VISIT…

Полковник СЕМИКОЛЕНОВ Н. П.

СТРЕЛЬБА ИЗ СТАНКОВЫХ ПУЛЕМЕТОВ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ИСПРАВЛЕННОЕ

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
МОСКВА — 1955

Полковник **Семиколенов Н. П.**

СТРЕЛЬБА ИЗ СТАНКОВЫХ ПУЛЕМЕТОВ

В книге излагается теоретическое обоснование правил ведения огня из станковых пулеметов. Книга рассчитана на читателя, знакомого со сведениями из теории вероятностей и теории ошибок, и предназначена в качестве учебного пособия при изучении правил стрельбы из станковых пулеметов.

В первых трех главах излагаются общие сведения о стрельбе из станковых пулеметов, подготовка данных для ведения огня, команды и выполнение их расчетом.

В главах 4 и 5 даются основные теоретические сведения о вероятности попадания и поражения целей, необходимые для обоснования расхода патронов при стрельбе по различным целям.

В главах 6—11 излагается теоретическое обоснование правил стрельбы из станковых пулеметов по наземным целям.

Глава 12 содержит общие сведения о стрельбе из станковых пулеметов по воздушным целям.

ВВЕДЕНИЕ

Станковые пулеметы появились в конце прошлого столетия. Первым пулеметом, который был принят на вооружение в ряде стран, был пулемет Максима. В России первые испытания этого пулемета производились в 1887 г. Эти испытания не позволили вполне оценить баллистические и боевые качества нового вида оружия, так как пулемет в это время проектировался еще под старый патрон с черным порохом.

Появление пулемета как нового вида оружия вызвало недоверие со стороны большинства военных специалистов того времени. Они считали, что высокая скорострельность пулемета бесполезна и даже вредна, так как приводит к напрасному расходу патронов. Считали также, что пулеметы ненадежны, так как стволы будут быстро перегреваться, и что пулеметы слишком сложны, а поэтому солдаты не смогут усвоить их устройство, умело обслуживать их. Подобные консервативные взгляды на применение пулеметов существовали до русско-японской войны. В 1900 г. в России в виде опыта было сформировано несколько пулеметных рот, приданных некоторым дивизиям. Участие некоторых из этих рот в русско-японской войне показало, что пулемет является мощным огневым средством пехоты во всех видах боя. Только после этого были приняты меры к организации производства пулеметов и к быстрейшему вооружению ими армии.

После русско-японской войны пулемет Максима был значительно усовершенствован русскими конструкторами. Так, например, вместо громоздкого лафета был принят более легкий станок Соколова, что уменьшило вес всей системы более чем втрое; был принят надульник, повысивший надежность работы автоматики; введено прицельное кольцо, облегчающее корректирование и перенос огня, и т. д. В результате всех этих изменений был создан русский станковый пулемет обр. 1910 г.

После Великой Октябрьской социалистической революции станковый пулемет обр. 1910 г. был принят на вооружение Красной Армии. Наши доблестные воины, вооруженные этим пулеметом, успешно били врагов социалистической Родины, начиная с периода иностранной военной интервенции и гражданской войны и кончая разгромом гитлеровских захватчиков и японских империалистов.

Станковый пулемет обр. 1910 г. был мощным и надежным оружием в руках хорошо подготовленных пулеметчиков, но он имел следующие недостатки:

— сложность устройства, что затрудняло его изготовление, изучение и подготовку к стрельбе;

— большой вес, что ограничивало его маневренность на поле боя;

— водяное охлаждение.

Перед советскими оружейниками-конструкторами была поставлена задача — дать Советской Армии такой станковый пулемет, который по боевым качествам не имел бы недостатков, присущих станковому пулемету обр. 1910 г. Такой пулемет был создан советским конструктором П. М. Горюновым в творческом сотрудничестве с М. М. Горюновым и В. Е. Воронковым. П. М. Горюнов — сын крестьянина-бедняка, с детства работал на оружейных заводах и был учеником талантливых русских конструкторов-оружейников В. Г. Федорова и В. А. Дегтярева. С 1940 г. Горюнов начал работу над созданием нового пулемета и добился исключительно простой, легкой и надежной конструкции. Основные механизмы станкового пулемета системы Горюнова имели в 3—4 раза меньше деталей, чем те же механизмы станкового пулемета обр. 1910 г., вес пулемета был уменьшен на 26 *кг*, технология изготовления его значительно упрощена. Новый пулемет был принят на вооружение Советской Армии в 1943 г. и получил наименование «станковый пулемет системы Горюнова обр. 1943 г.». Советское правительство высоко оценило работу конструкторов — за создание пулемета они были удостоены Сталинской премии.

Пулемет Горюнова прошел испытание на фронтах Великой Отечественной войны и получил справедливую оценку от воинов Советской Армии, как мощное автоматическое оружие, не имеющее себе равных по простоте устройства, надежности и безотказности в работе.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО СТРЕЛЬБЕ ИЗ СТАНКОВЫХ ПУЛЕМЕТОВ

Боевые свойства и назначение станкового пулемета

Станковый пулемет обр. 1943 г. — мощное автоматическое оружие пехоты, предназначенное для поражения живой силы и огневых средств противника, расположенных открыто, за масками или за небольшими складками местности.

Примеры из опыта Великой Отечественной войны убедительно подтверждают мощь огня станковых пулеметов.

5 июля 1943 г. гитлеровские войска начали наступление с целью разгромить советские войска, расположенные на Курской дуге. Наши позиции были хорошо оборудованы. Особое внимание пришлось уделить укреплению грунта пулеметных площадок. Стенки траншей, отрытых в песчаном грунте, были оплетены хворостом и ветками. Это помогло сохранить пулеметные площадки в период артиллерийской подготовки противника.

Командир пулеметного взвода Герой Советского Союза офицер Ерофеев до начала артиллерийской подготовки приказал убрать пулеметы с площадок в траншеи и прикрыть их плащ-палатками, чтобы во время артиллерийской подготовки их не засорило землей и песком.

Когда после двухчасовой артиллерийской и авиационной подготовки гитлеровцы пошли в атаку, пулеметы взвода Ерофеева заняли хорошо замаскированные огневые позиции. Гитлеровцы атаковали, прячась за броню танков «тигр», примененных здесь впервые. Но и эти мощные танки подбивали наши бронебойщики и противотанковые орудия.

На участке, где был расположен пулеметный взвод, нескольким «тиграм» удалось прорваться вглубь обороны. Вслед за ними бросились на наши позиции автоматчики противника.

По заранее условленному сигналу молчавшие до этого пулеметы открыли по автоматчикам огонь. Первые пулеметные очереди почти полностью скосили ближние ряды противника. Следующие цепи, попытавшиеся продвинуться, постигла та же участь. Уцелевшие фашисты бросились назад, но были уничтожены огнем соседних пулеме-

гов и стрелковых подразделений, взаимодействовавших друг с другом. Вернувшиеся из-за балки три вражеских танка сбросили с брони новую группу гитлеровцев, но и они были мгновенно скошены огнем пулеметного взвода.

Бой длился до самого вечера. Сменив несколько раз огневые позиции, пулеметный взвод Ерофеева выдержал за день тринадцать атак. Смертью храбрых пали два наводчика, но расчеты полностью сохранили боеспособность в течение всего боя. Сотни трупов вражеских солдат усеяли поле боя. Противник не смог прорвать нашей обороны. Приказ командования был выполнен[1].

27 января 1944 г. под деревней Пухи (северо-западнее Витебска) гитлеровцы перешли в атаку на позиции, занимаемые нашими подразделениями. Пулеметчик Мительков, проверив свой пулемет, приготовился к отражению вражеской атаки. Подпустив врага на близкое расстояние, он открыл меткий уничтожающий огонь. Гитлеровцы залегли.

Стремясь пробить себе дорогу, гитлеровцы сосредоточили по пулемету минометный огонь. Мительков под огнем сменил позицию и установил пулемет на правом фланге подразделения. Когда гитлеровцы поднялись и с криками бросились в атаку, пулеметчик открыл фланговый огонь. Противник не выдержал удара и, устилая поле боя трупами своих солдат и офицеров, стал в беспорядке отходить.

Атака была отбита. За личную отвагу и храбрость, проявленную в этом бою, пулеметчик был представлен к правительственной награде — ордену Красной Звезды[2].

Станковый пулемет, как показывает само название, в отличие от ручного пулемета имеет станок, придающий устойчивость при стрельбе, что в значительной степени увеличивает огневую мощь пулемета.

Техническая скорострельность (темп стрельбы) станкового пулемета равна 600—700 выстрелам в минуту. По боевой скорострельности, которая равна 250—300 выстрелам в минуту, он имеет превосходство перед другими видами автоматического оружия. Воздушное охлаждение ствола допускает ведение непрерывного огня до 500 выстрелов в течение 1,5—2 минут, после чего нагретый ствол заменяется запасным; замена может быть произведена быстро, без разборки пулемета.

Наличие устойчивого станка уменьшает естественное рассеивание пуль станкового пулемета по сравнению с рассеиванием пуль других видов автоматического оружия. Так, например, рассеивание у станкового пулемета меньше, чем у ручного пулемета ДП, примерно в 1,5 раза.

Наличие универсального станка дает возможность вести огонь по широким и глубоким целям с применением равномерного искусственного рассеивания, облегчает технику подготовки данных для

---

[1] Пример заимствован из брошюры Героя Советского Союза Е. С. Ерофеева «Пулеметчик», изд. Досарма, 1950 г.

[2] Пример взят из материалов Центрального музея Советской Армии.

стрельбы в условиях ночи и задымления, создает удобство ведения огня по воздушным целям.

Устойчивость при стрельбе, небольшие размеры естественного рассеивания пуль увеличивают возможность безопасно вести огонь из станковых пулеметов из-за фланга, в промежутки и поверх своих подразделений.

Все перечисленные боевые и технические свойства, присущие станковому пулемету, способствуют увеличению дальности действительного огня по сравнению с другими видами автоматического оружия.

Стрельба из станкового пулемета ведется по целям, находящимся на расстояниях до 1000 *м*. Наилучшие результаты дает внезапный огонь на расстояния до 600 *м*.

Действительность огня станкового пулемета зависит от ряда факторов, в основном от скорострельности и от настильности траектории. При автоматической стрельбе из пулемета наиболее кучная часть настильных траекторий (сердцевина рассеивания) создает поражаемую зону большой глубины. Это в значительной мере компенсирует ошибки в установке прицела (ошибки определения расстояния и учета метеорологических условий) и тем самым повышает вероятность поражения целей.

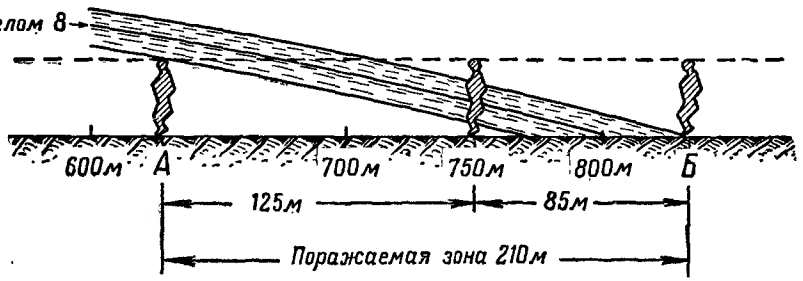

Рис. 1. Глубина поражаемой зоны для бегущей фигуры при стрельбе с прицелом 8

Рассмотрим этот вопрос на следующем примере.

Дальность стрельбы 750 *м* (определена глазомером), цель — бегущие фигуры. Стрельба ведется тяжелой пулей с прицелом 8 в точку.

На рис. 1 по превышениям траектории над линией прицеливания и по сердцевинным полосам по высоте на 600 и 800 *м* построена в масштабе часть сердцевины снопа траекторий. В том же масштабе отложена высота цели (1,5 *м*) и проведена линия, параллельная горизонту оружия. Из рисунка видно, что глубина поражаемой зоны *АБ* при данном соотношении указанных величин равна 210 *м*.

При измерении расстояния до цели глазомером неизбежна какая-то ошибка в меньшую или в бóльшую сторону, следовательно, цель окажется где-то дальше или ближе 750 *м*. Но где бы ни находилась цель в пределах глубины поражаемой зоны, она будет накрыта снопом траекторий, входящих в сердцевинную полосу рассеивания.

Глубина поражаемой зоны в данном случае обеспечивает надежное поражение цели при наличии следующих ошибок в определении расстояния: в меньшую сторону — на 85 *м*, что составляет 11% измеряемого расстояния, и в бо́льшую сторону — на 125 *м*, что составляет около 17% измеряемого расстояния.

Настильность снопа траекторий имеет большое значение при стрельбе по групповым целям, вытянутым по направлению плоскости стрельбы. Если, например, цель будет состоять из бегущих фигур, расположенных на ровной горизонтальной местности по направлению стрельбы, то из рис. 1 видно, что все фигуры, находящиеся в пределах глубины поражаемой зоны *АБ* (210 *м*), накрываются снопом траекторий, входящих в сердцевинную полосу рассеивания.

Огневые позиции

Станковый пулемет в бою ведет огонь с открытых замаскированных огневых позиций или из оборонительных сооружений. Кроме того, в населенных пунктах огневые позиции могут быть оборудованы на чердаках, в окнах зданий, фундаментах строений и т. п.

Огневые позиции бывают **основные** и **запасные**.

Запасные позиции выбираются и оборудуются на тот случай, когда выполнение огневых задач пулеметами с основных позиций становится невозможным (нападение самолетов противника, артиллерийский или минометный обстрел).

В наступательном бою (при закреплении занятого рубежа) запасных позиций оборудуется одна-две, а в оборонительном бою — две-три.

При выборе огневой позиции нужно избегать расположения пулемета вблизи выделяющихся местных предметов, облегчающих противнику нахождение пулемета и пристрелку. Не следует располагать пулемет также на гребнях возвышенностей, так как пулемет при этом будет проектироваться на фоне неба.

Для обеспечения наилучшего выполнения боевой задачи надо, чтобы огневая позиция удовлетворяла следующим основным требованиям:

— наличие широкого обстрела, не стесняемого ни местностью, ни расположением своих подразделений; отсутствие мертвых пространств в непосредственной близости к пулемету;

— возможность поражать противника фланговым или косоприцельным огнем;

— наличие естественных или искусственных масок, укрывающих от наблюдения наземного и воздушного противника;

— возможность быстрого и скрытного перехода на запасные огневые позиции и бесперебойного снабжения боеприпасами и всем необходимым для боя по естественным скрытым подступам или по ходам сообщения.

Место расположения командира отделения и наблюдательного пункта командира взвода (при сосредоточенном расположении взво-

да) надо выбирать вблизи огневой позиции, чтобы команды были слышны всем исполнителям.

При стрельбе трассирующими пулями для лучшего наблюдения за трассой наблюдательный пункт следует выбирать несколько в стороне от пулемета.

Виды огня

Виды огня из станковых пулеметов различаются: по тактическому назначению, по направлению, по технике стрельбы и по напряженности стрельбы.

Виды огня по тактическому назначению. В зависимости от поставленных задач различают огонь на уничтожение и огонь на подавление.

Огонь на уничтожение имеет задачей уверенное поражение одиночных живых целей. По групповым живым целям огонь на уничтожение ведется с задачей поражения не менее 80% их состава.

Стрельба на уничтожение (разрушение) материальной части оружия противника не является основной задачей станковых пулеметов, так как она потребует большого расхода патронов. Эта задача может быть решена попутно, при стрельбе на уничтожение расчета, обслуживающего это оружие.

Огонь на подавление имеет задачей привести цель в состояние хотя бы временной небоеспособности.

Например, при подавлении огневой точки основной задачей является создание таких условий, при которых эта огневая точка будет лишена возможности вести огонь хотя бы в течение определенного времени. Этого можно достигнуть следующими способами: полностью или частично уничтожить расчет, обслуживающий оружие; повредить материальную часть оружия; заставить расчет уйти в укрытие и не позволять ему возобновить огонь.

По групповым живым целям огонь на подавление ведется с задачей поражения не менее 50% их состава.

Виды огня по направлению стрельбы. По направлению стрельбы пулеметный огонь может быть фронтальный, фланговый, косоприцельный и перекрестный.

Фронтальный огонь — это огонь, направленный перпендикулярно фронту цели (рис. 2).

Фланговый огонь — это огонь, направленный во фланг цели (рис. 3). Как в наступательном бою, так и в обороне групповые цели в подавляющем большинстве случаев бывают широкие, т. е. вытянутые по фронту. Поэтому фланговый

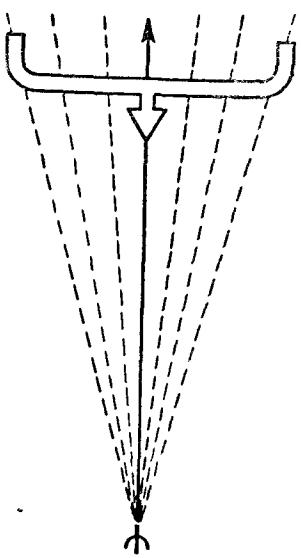

Рис. 2. Фронтальный огонь

огонь или огонь, направленный во фланг широкой цели, обладает наибольшей действительностью, так как в пределах глубины поражаемой зоны будет находиться наибольшее количество фигур, со-

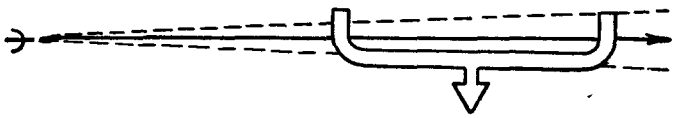

Рис. 3. Фланговый огонь

ставляющих групповую цель. Фронтальный огонь обладает наибольшей действительностью при стрельбе по глубоким целям.

Косоприцельный огонь — это огонь, направленный под острым углом к фронту цели (рис. 4). При стрельбе по широким це-

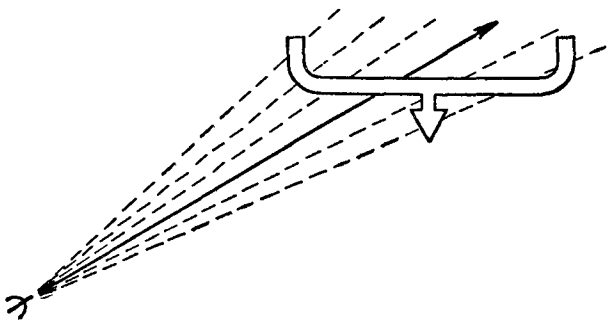

Рис. 4. Косоприцельный огонь

лям действительность косоприцельного огня больше, чем действительность огня фронтального, но меньше, чем флангового огня.

Перекрестный огонь — это огонь с двух или нескольких направлений, ведущийся по одной цели (рис. 5).

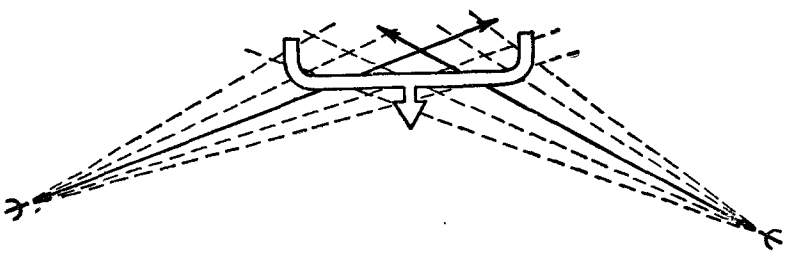

Рис. 5. Перекрестный огонь

Такой огонь эффективен не только по результатам поражения, но и по моральному воздействию на противника.

Виды огня по технике стрельбы (способы стрельбы). При выполнении огневых задач из станковых пулеметов применяются следующие виды огня по технике стрельбы (или способы стрельбы): огонь

в точку, огонь с рассеиванием по фронту, огонь с рассеиванием в глубину, огонь с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину.

Огонь в точку ведется при закрепленных механизмах. Величина рассеивания пуль при таком огне считается равной табличным данным. Он применяется по одиночным мелким целям, когда наблюдение за результатами стрельбы возможно и обеспечивает корректирование огня.

Огонь с рассеиванием по фронту применяется при стрельбе на поражение групповых широких целей. Нормальная скорость (темп) рассеивания должна быть такой, чтобы на 1 *м* фронта цели приходилось не менее двух пуль.

Огонь с рассеиванием в глубину применяется при стрельбе на поражение групповых глубоких целей, когда глубина цели больше сердцевинной полосы рассеивания по дальности, и при стрельбе на поражение по одиночным целям, когда наблюдение за результатами затруднено. Рассеивание в глубину осуществляется вращением маховичка механизма тонкой наводки.

Огонь с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину применяется при стрельбе на поражение групповых целей, расположенных на площади (когда цель широкая и глубокая).

Виды огня по напряженности стрельбы. Напряженность стрельбы из пулеметов характеризуется длиной очереди автоматического огня. Стрельба из пулеметов ведется короткими очередями, длинными очередями и непрерывным огнем.

Стрельба короткими очередями (5—10 патронов) применяется по одиночным неподвижным целям на расстояниях до 600 *м*.

Стрельба длинными очередями (10—30 патронов) применяется в следующих случаях:

а) по одиночным целям на расстояниях до 1000 *м;*

б) при стрельбе на поражение широких целей, когда ширина их не превышает 15 *м*.

Непрерывным огнем называется такой огонь, когда без перерыва выпускается указанное командой количество патронов, значительно превышающее число патронов длинной очереди (50, 100 патронов, пол-ленты, лента).

Такой огонь применяется в следующих случаях:

а) при стрельбе на поражение широких целей, когда ширина их более 15 *м;*

б) при стрельбе с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину;

в) при введении флангового и кинжального огня;

г) при отражении атаки и контратаки противника.

В зависимости от обстановки в бою нередко применяется **сосредоточенный огонь**, т. е. такой, когда несколько пулеметов ведут стрельбу по одной наиболее важной цели или по части боевого порядка противника.

Глава 2

ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ОГНЯ

Влияние метеорологических и баллистических условий на полет пули

Подготовка данных для ведения огня состоит в назначении ориентиров, определении расстояния до них и в определении исходных установок прицела и целика.

Ориентиры указываются командиру пулеметного отделения (взвода) при получении им боевой задачи. Если есть необходимость, командир отделения (взвода) назначает дополнительные ориентиры и дает им условные наименования по их характерным признакам, например: горелое дерево, угол пашни, желтый бугор.

При определении исходных установок прицела и целика учитываются расстояние до ориентира (цели) и метеорологические условия данного момента.

При нормальных баллистических и метеорологических условиях стрельбы одно деление прицела соответствует 100 *м* прицельной дальности. Так, например, при стрельбе с прицелом 7 средняя траектория пересекает линию прицеливания на расстоянии 700 *м*; с увеличением или уменьшением прицела на одно деление (при той же точке наводки) прицельная дальность соответственно увеличится или уменьшится на 100 *м*.

Боковые отклонения средней траектории от точки прицеливания (при стрельбе с целиком 0) при нормальных баллистических и метеорологических условиях стрельбы характеризуются только величиной деривации, указанной в таблицах.

В Таблицах стрельбы помещены данные для средней траектории, соответствующие нормальным баллистическим и метеорологическим условиям стрельбы.

Нормальными баллистическими условиями считаются следующие:

1) Цель находится на горизонте оружия (угол места цели равен нулю).

2) Отсутствует боковое скатывание пулемета.

3) Средняя начальная скорость пуль у данной партии патронов

равна табличному значению, т. е. для патронов с тяжелой пулей 800 *м/сек*, для патронов с легкой пулей 865 *м/сек*.

4) Температура заряда +15°С.

5) Оружие — первой категории.

Нормальными метеорологическими условиями считаются следующие:

1) Атмосферное давление у земли 750 *мм*, температура воздуха у земли +15°С, относительная влажность 50%. При указанных метеорологических условиях плотность воздуха составляет 1,206 *кг/м*^{3} .

2) Ветер отсутствует на всех высотах.

Всякое отклонение перечисленных условий от указанных норм в той или иной мере влияет на дальность полета пуль или на величину боковых отклонений средней траектории относительно плоскости стрельбы.

В реальных условиях стрельбы, в особенности когда быстрота открытия огня имеет решающее значение, не только нет возможности, но нет и практического смысла учитывать изменения всех перечисленных баллистических и метеорологических условий, влияющих на полет пуль, так как не все из них имеют практическое значение.

Положим, что стрельба ведется на 800 *м*, причем дальность стрельбы определена на глаз. Срединная ошибка в определении дальности равна 10%, или 80 *м*. Это означает, что в 50 подобных случаях из 100 средняя траектория будет иметь отклонение от цели по дальности более 80 *м*. В таком случае нет смысла вводить поправку в установку прицела на изменение атмосферного давления и на продольный ветер, так как отклонения средней траектории вследствие этих причин будут весьма незначительны по сравнению со срединной ошибкой в определении дальности. Так, например, при продольном ветре 10 *м/сек* отклонение средней траектории по дальности при стрельбе на 800 *м* равно только 6 *м*.

Поэтому при определении установки прицела обычно учитывают только расстояние до цели и температуру воздуха. Атмосферное давление учитывают только при стрельбе в горах, на больших высотах над уровнем моря.

При установке целика во всех случаях стрельбы необходимо учитывать боковой ветер.

Характер действия факторов, влияющих на полет пуль и имеющих наибольшее практическое значение, рассмотрим более подробно.

Плотность воздуха с увеличением атмосферного давления или с понижением температуры возрастает. С увеличением плотности воздуха сила его сопротивления увеличивается, прицельная дальность полета пуль при этом будет меньше табличной; наоборот, с уменьшением плотности воздуха сила его сопротивления уменьшается, прицельная дальность полета пуль при этом будет больше табличной. Иначе говоря, при стрельбе в условиях, когда плотность воздуха в той или иной мере отличается от нормальной, цена одного

деления прицела может быть меньше или больше 100 *м*. Так, например, при стрельбе на 800 *м* при повышенной плотности воздуха прицел должен быть больше 8, а при пониженной плотности воздуха прицел должен быть меньше 8.

Влияние ветра на полет пули обусловливается как его скоростью, так и направлением по отношению к плоскости стрельбы.

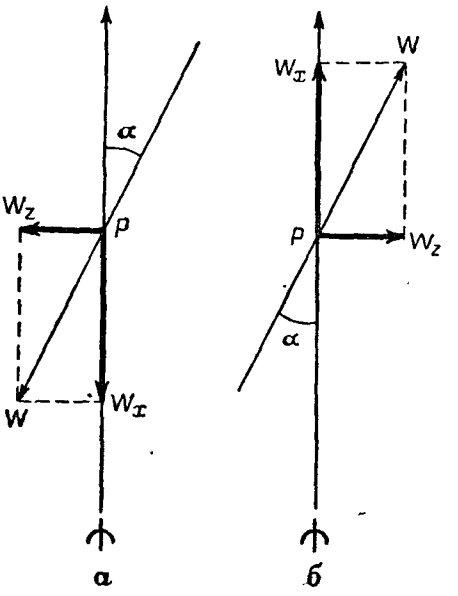

Рис. 6. Разложение скорости ветра

Попутный ветер уменьшает сопротивление воздуха, дальность полета пули при этом увеличивается; встречный ветер увеличивает сопротивление воздуха, дальность полета пули при этом уменьшается.

Боковой ветер отклоняет пулю в ту сторону, куда он дует.

Ветер, дующий под острым углом к плоскости стрельбы, действует на пулю, отклоняя ее в двух направлениях: по дальности и в сторону. Пусть в момент нахождения пули в точке P (рис. 6) на нее действует ветер, имеющий скорость W и направленный под углом α к плоскости стрельбы. Скорость W можно разложить на две составляющие: W_z — боковую слагаемую, отклоняющую пулю влево (рис. 6, *а*) или вправо (рис. 6, *б*), и W_x — продольную слагаемую, способствующую уменьшению (рис. 6, *а*) или увеличению (рис. 6, *б*) дальности полета пули. Боковая слагаемая $W_z = W \cdot \sin\alpha$, а продольная слагаемая $W_x = W \cdot \cos\alpha$.

Пример. Ветер справа встречный под углом 30° к плоскости стрельбы (рис. 6,*а*).

Скорость ветра 8 *м/сек*; $\sin 30° = 0{,}5$; $\cos 30° = 0{,}9$.

Боковая слагаемая $W_z = W \cdot \sin\alpha = 8 \cdot 0{,}5 = 4$ *м/сек*.

Продольная слагаемая $W_x = W \cdot \cos\alpha = 8 \cdot 0{,}9 \approx 7$ *м/сек*.

Следовательно, отклонение пули влево будет такое, как от бокового ветра, дующего справа под углом 90° со скоростью 4 *м/сек*; уменьшение дальности будет такое, как от встречного ветра со скоростью 7 *м/сек*.

Величина боковых и продольных отклонений пуль от ветра прямо пропорциональна скорости ветра. Так, например, по табличным данным известно, что при стрельбе из станкового пулемета на 400 *м* боковой ветер со скоростью 4 *м/сек* отклоняет пулю в сторону на 40 *см;* тогда боковой ветер 2 *м/сек* отклонит пулю на 20 *см* и боковой ветер 8 *м/сек* отклонит пулю на 80 *см*.

Определение установок прицела и целика с учетом метеорологических условий

Определение установок прицела и целика с учетом перечисленных выше факторов, имеющих практическое значение, следует производить таким образом:

1. Определить установку прицела с учетом поправки на изменение температуры воздуха:

а) Определить отклонение температуры воздуха в данный момент от нормальной. Нормальной температурой считается +15°С, температура в данный момент t°С. Отклонение температуры от нормальной равно $t° - 15°$; если температура в данный момент выше ноля, она входит в расчет со знаком плюс, в противном случае — со знаком минус. Если отклонение температуры получится отрицательным, то это означает, что дальность полета пули уменьшится.

б) Определить поправку дальности при отклонении температуры воздуха на 10° по табл. 3а Наставления по стрелковому делу «Основы стрельбы из пехотного оружия». Поправка дальности на температуру в данный момент будет равна табличной поправке, умноженной на число десятков градусов отклонения температуры от нормальной.

в) Определить установку прицела с учетом полученной поправки дальности. Если температура воздуха ниже нормальной, прицел нужно увеличить, в противном случае — уменьшить.

2. Определить установку целика с учетом ветра и деривации:

а) Определить боковую слагаемую скорости ветра, для чего необходимо запомнить следующее.

Если скорость ветра, дующего под углом 90° к плоскости стрельбы, принять за единицу, то боковая слагаемая скорости ветра, дующего под углом α к плоскости стрельбы, будет такова:

Угол α	$\sin \alpha$	Боковая слагаемая W_z
30°	0,5	0,5
45°	0,7	0,7
60°	0,9	0,9

Более точное определение направления ветра в реальных условиях стрельбы весьма затруднительно.

б) Определить установку целика с учетом ветра и деривации.

Величина бокового отклонения пули под действием ветра и деривации зависит от времени полета пули до цели. Изменение температуры воздуха изменяет время полета пули, величина бокового отклонения пули при этом также изменяется. Поэтому боковые поправки стрельбы исчисляются для дальности стрельбы, полученной с учетом поправок на температуру воздуха.

Поправки направления определяются по Таблицам стрельбы (Наставление по стрелковому делу «Основы стрельбы из пехотного

оружия», табл. 3а, б, в, г). Если ветер справа, целик ставится вправо, т. е. поправка вводится со знаком плюс (+); если ветер слева, целик ставится влево, т. е. поправка вводится со знаком минус (—).

По тем же таблицам находится и поправка на деривацию. Эта поправка всегда вводится влево, со знаком минус.

в) Общая боковая поправка равна сумме или разности поправок на ветер и деривацию.

Пример. Стрельба ведется легкой пулей. Дальность стрельбы 900 *м*. Температура воздуха —15°С. Ветер справа встречный под углом 30° к плоскости стрельбы Скорость ветра $W = 8$ *м/сек*. Определить прицел и целик.

Решение. 1) Определение установки прицела:

а) Отклонение температуры от нормальной

$$-15° - (+15°) = -30°\text{С}.$$

б) Поправка дальности на отклонение температуры от нормальной в 10° равна 22 *м*, на отклонение в 30° равна 66 *м*, или полделению прицела.

в) Прицел необходимо назначить 9½.

2) Определение установки целика:

а) Боковая слагаемая скорости ветра

$$W_z = W \cdot \sin 30° = 8 \cdot 0{,}5 = 4 \text{ м/сек}.$$

б) По таблицам боковая поправка на ветер со скоростью 4 *м/сек* для дальности 950 *м* равна + 3,5 тыс. $\left(\frac{3{,}2 + 3{,}6}{2} \approx 3{,}5\right)$.

Поправка на деривацию — 0,5 тыс.

в) Общая поправка равна 3,5 — 0,5 = 3 тыс.

Стрельбу нужно вести с прицелом $9^1/_2$ и с целиком вправо 3.

Поправки на отклонение атмосферного давления от нормального (при стрельбе в горах) следует производить так:

а) Определить отклонение атмосферного давления от нормального на заданной высоте.

Атмосферное давление 750 *мм*, принятое за нормальное, соответствует высоте местности над уровнем моря 110 *м*. Можно считать, что с повышением местности на каждые 100 *м* давление понижается на 8 *мм*. Тогда отклонение атмосферного давления от нормального можно определить, вычтя из заданной высоты 110 *м* и умножив число сотен разности на 8.

б) Определить поправку в установку прицела с учетом пониженного атмосферного давления по табл. 3а Наставления по стрелковому делу «Основы стрельбы из пехотного оружия».

в) Определить прицел с учетом поправки.

Пример. Стрельба ведется легкой пулей на высоте 1500 *м* над уровнем моря Дальность стрельбы 800 *м*. Определить установку прицела с учетом пониженного атмосферного давлении.

Решение.

а) Отклонение атмосферного давления от нормального:

1500 — 110 = 1390 *м*, округленно 14 сотен;

14 · 8 = 112, округленно 110 *мм*.

б) Поправка прицела по таблицам на 10 *мм* отклонения давления равна 5 *м*, а на 110 *мм* поправка будет 5 · 11 = 55 *м*, или полделения прицела.

в) Прицел необходимо назначить:

$$8 - 1/2 = 7\,1/2.$$

Быстрота открытия огня в боевой обстановке имеет решающее значение. Поэтому командир отделения (взвода) должен уметь быстро и точно определять установки прицела и целика с учетом метеорологических условий. Поправки на температуру воздуха и на боковой ветер в таких случаях нужно определять без использования таблиц. Для этого необходимо знать на память величины поправок или уметь пользоваться мнемоническими правилами.

При составлении мнемонических правил не следует добиваться излишней точности поправок, не имеющей практического значения. Важно, чтобы правила были просты и легко запоминались.

Можно рекомендовать следующие простые правила определения поправок на температуру и боковой ветер (при стрельбе как легкой, так и тяжелой пулей).

Поправка на температуру воздуха. Для того чтобы определить поправку на температуру воздуха (в метрах), надо:

1. Найти коэффициент поправки, для чего отклонение температуры данного момента от нормальной разделить на 4 (постоянное число).

2. Полученный коэффициент умножить на прицел (поправка равна $K \cdot Пр$).

Это правило удобно тем, что первое действие, т. е. нахождение коэффициента поправки, можно выполнить до появления целей. Следовательно, при появлении цели остается произвести только одно действие — коэффициент умножить на прицел.

Пример. Температура воздуха —25°.

1. Находим коэффициент поправки. Так как нормальной температурой считается +15°, то отклонение температуры данного момента от нормальной равно —25° — (+15°) = —40°. Коэффициент поправки равен 40 : 4 = 10.

2. Цель появилась на расстоянии 600 *м*. Определить поправку и установку прицела.

Исходная установка прицела 6. Поправка равна $K \cdot Пр = 10 \cdot 6 = 60$ *м*, что составляет полделения прицела. Стрельба должна вестись с прицелом 6 1/2.

Поправка на боковой ветер. Для того чтобы определить поправку в делениях целика на боковой ветер, дующий под углом 90° со скоростью 4 *м/сек*, надо **прицел уменьшить на единицу и разделить на три** $\left(\text{поправка равна } \frac{Пр - 1}{3}\right)$.

Пример. Дальность стрельбы 700 *м*. Ветер дует слева под углом 90° со скоростью 4 *м/сек*. Определить поправку в делениях целика.

Решение. Поправка равна

$$\frac{Пр - 1}{3} = \frac{7 - 1}{3} = 2 \text{ делениям целика.}$$

Стрельба должна вестись с целиком влево 2.

Задачи

1. Пользуясь таблицами, определить установки прицела и целика при следующих условиях:

Дальность стрельбы, *м*	Стрельба ведется пулей обр.	Температура воздуха	Превышение местности над уровнем моря, *м*	Ветер
а) 900	1930 г.	—25°	Нормальное	8 *м/сек*, слева под углом 90°
б) 800	1908 г.	+35°	2000	6 *м/сек*, справа под углом 90°
в) 1000	1908 г.	—15°	Нормальное	8 *м/сек*, слева под углом 30°
г) 700	1930 г.	—35°	2500	2 *м/сек*, справа под углом 90°
д) 1100	1908 г.	—20°	Нормальное	8 *м/сек*, слева под углом 45°
е) 900	1908 г.	+30°	Нормальное	6 *м/сек*, справа под углом 60°

Заблаговременная подготовка данных для стрельбы и составление стрелковой карточки

Во всех видах боя командир пулеметного подразделения при наличии времени до появления целей производит заблаговременную подготовку данных для стрельбы по ориентирам и рубежам, расположенным на важнейших направлениях. Это значительно облегчает работу командира при стрельбе по целям и повышает меткость стрельбы. Точность и объем работ при подготовке данных по ориентирам и рубежам зависят от имеющегося до начала боя времени и от обстановки.

Заблаговременная подготовка исходных данных для стрельбы заключается в следующем.

Определение расстояний до ориентиров, рубежей и целей. Основной способ определения расстояний в бою — глазомерный. При наличии достаточного времени до начала боя для определения расстояний глазомером можно привлечь нескольких, наиболее подготовленных солдат. Используя полученные ими результаты измерений по тому или иному ориентиру, командир вычисляет арифметическую средину (средний результат) и принимает ее за истинное значение данного расстояния.

Пример. При определении расстояния до ориентира получены следующие четыре результата: 700, 750, 850, 900 *м*.

Арифметическая средина: (700 + 750 + 850 + 900) : 4 = 800 *м*.

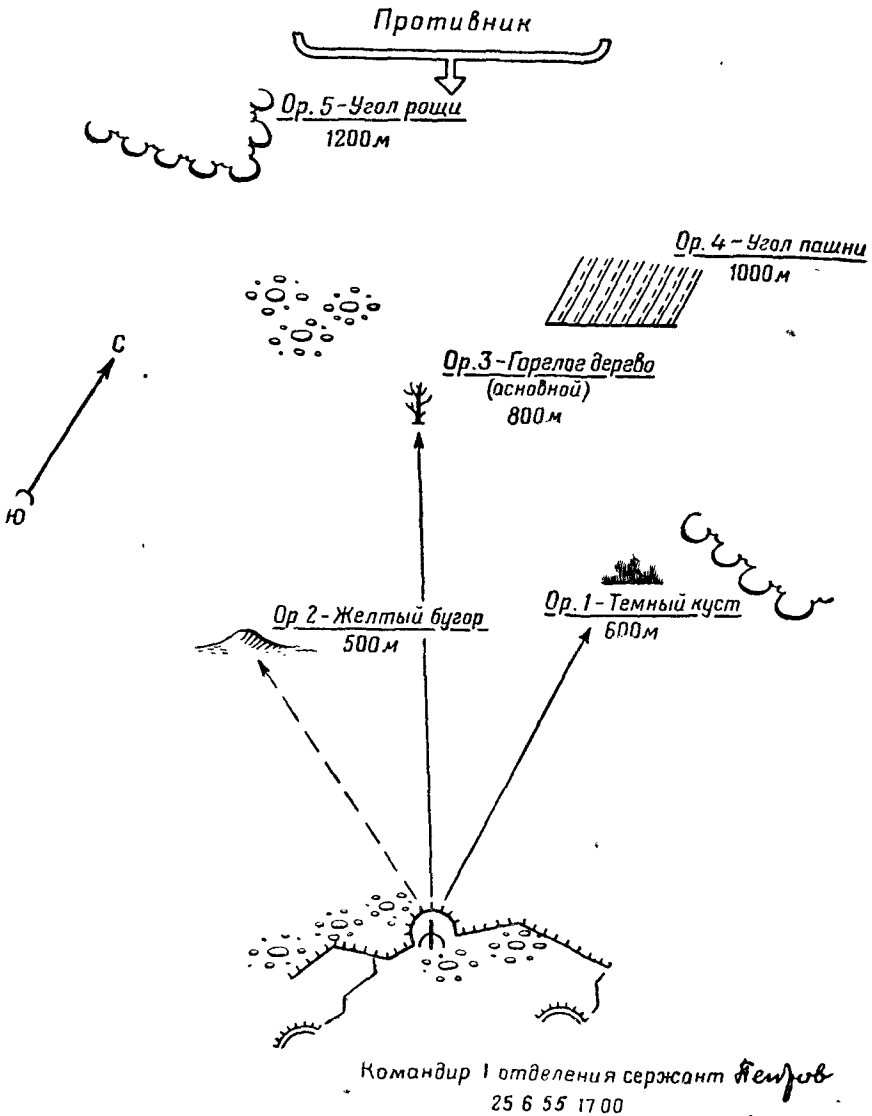

Рис. 7. Стрелковая карточка командира пулеметного отделения

Вычисление среднего результата по нескольким измерениям значительно повышает точность определения расстояний до ориентиров и рубежей. Из теории ошибок известно, что срединная ошибка среднего результата при n измерениях уменьшается в $\sqrt{n}$ раз. Так, например, если срединная ошибка определения расстояний глазоме-

ром $E=10\%$ дальности, то срединная ошибка среднего результата при четырех измерениях будет равна

$$\frac{E}{\sqrt{n}}=\frac{10}{\sqrt{4}}=5\%,$$

а при десяти измерениях

$$\frac{10}{\sqrt{10}}\approx 3\% \text{ дальности.}$$

При наличии времени и если позволяет обстановка (в обороне), расстояния до ориентиров и рубежей можно определять промером полевым циркулем, трассировочным шнуром или шагами. Срединная ошибка при этом будет равна 3—5% дальности.

Определение установок прицела и целика по намеченным ориентирам и рубежам и составление стрелковой карточки. Установки прицела и целика определяются с учетом температуры воздуха и бокового ветра, а при стрельбе в горах, кроме того, с учетом атмосферного давления и углов места цели. В условиях обороны подготовленные данные заносятся на стрелковую карточку (рис. 7), являющуюся основным документом командира при управлении огнем.

Использование данных стрелковой карточки значительно облегчает работу командира при определении установок прицела и целика для стрельбы по целям и повышает меткость стрельбы.

При появлении цели командир определяет ее положение относительно ближайшего к ней ориентира. Если цель появилась на равной с ориентиром дальности, командир назначает установки прицела и целика, относящиеся к данному ориентиру. При различных дальностях до ориентира и до цели командир учитывает разность дальностей, вносит соответствующие поправки в установки прицела и целика и подает команду для открытия огня.

Глава 3

КОМАНДЫ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ОГНЯ

Команды для открытия огня

Для заряжания пулемета подается команда **«Заряжай»**. При внезапном нападении противника подается команда **«Противник справа** (слева, с фронта, с тыла) — **к бою»**. По этой команде наводчик и его помощник устанавливают пулемет в указанном направлении и заряжают пулемет.

Огонь из пулемета открывается по командам, подаваемым всегда в определенной последовательности:

1) цель;
2) прицел (с указанием, для какой пули — легкой или тяжелой);
3) целик;
4) точка наводки (если нужно);
5) вид огня по технике стрельбы;
6) количество патронов и напряженность огня;
7) огонь.

Все команды подаются четко и с такими промежутками между ними, которые обеспечивают расчету возможность точно выполнить каждую принятую команду.

1) Цель указывается наводчику в кратких и ясных выражениях, например: **«Ориентир два, влево шестьдесят, желтый куст, в створе дальше у правой копны — пулемет»** или **«Отдельное дерево, вправо сорок, на пашне — наблюдатель»**. Если цель хорошо видна и не требует особых уточнений, целеуказание может быть еще короче, например: **«По пехоте слева в кустах»**.

Отыскав цель, наводчик докладывает: **«Вижу»**. Если наводчик с огневой позиции цели не видит, то докладывает: **«Не вижу»**.

2) Для установки прицела командуют деление прицела, например: **«Восемь, тяжелая (легкая)»**.

Наводчик устанавливает прицел на скомандованное деление по шкале для тяжелой (легкой) пули.

3) Для установки целика командуют: **«Целик влево** (вправо) **пять»**.

Наводчик устанавливает целик на скомандованное деление, открепляет механизм горизонтальной наводки и грубо направляет пулемет в цель; открепляет механизм тонкой наводки.

4) Точка наводки указывается в следующих случаях:

а) При стрельбе по высоким целям на коротких расстояниях (по ростовым и перебегающим фигурам на расстоянии 100—400 *м*), например: **«Наводить в пояс»**. Если точка наводки не указана, наводчик наводит пулемет под цель.

б) При стрельбе по групповым широким и глубоким целям, например: **«Наводить в левый край цели»** или **«Наводить в левый куст»**.

По окончании наводки наводчик закрепляет механизмы горизонтальной наводки и тонкой наводки, а его помощник устанавливает прицельное кольцо. Установка прицельного кольца, если она не указана командой, должна соответствовать прицелу, например: прицел 8, кольцо тоже 8. После установки прицельного кольца наводчик докладывает командиру: **«Готово»**.

По указанию наводчика доклад командиру отделения об исполнении команды может делать помощник наводчика.

5) Назначение способа стрельбы (вид огня) с рассеиванием производится командой (примерно):

а) **«С рассеиванием на ширину кустарника»**, или **«С рассеиванием на ширину цели»**, или **«С рассеиванием вправо до желтого куста»**. Наводчик открепляет механизм горизонтальной наводки.

б) **«С рассеиванием по кольцу от семи до девяти»**, или **«С рассеиванием по кольцу на два деления вперед»**, или **«С рассеиванием по кольцу на одно деление вперед и назад»**. Помощник наводчика открепляет механизм тонкой наводки и берется снизу за маховичок.

в) **«С рассеиванием на ширину цели, по кольцу на два деления вперед и назад»**. Наводчик открепляет механизм горизонтальной наводки, а его помощник — механизм тонкой наводки и берется снизу за маховичок.

6) Количество патронов, напряженность огня и его открытие определяются командой:

«Длинной очередью — огонь», или

«Три длинных очереди — огонь», или

«Сто патронов, длинными очередями — огонь», или

«Сто патронов (пол-ленты) **— огонь»**.

Наводчик большим пальцем правой руки нажимает на спусковой рычаг до отказа и удерживает его в таком положении до израсходования назначенного количества патронов или до команды (сигнала) **«Стой»**.

При стрельбе очередями длина каждой очереди регулируется наводчиком на слух (без отсчета патронов).

В промежутках между очередями наводчик (если нужно) исправляет наводку.

Помощник наводчика левой рукой поддерживает ленту, направляя ее в приемник; следит за количеством выпускаемых патро-

нов и при израсходовании назначенного количества кладет руку на плечо наводчика; наводчик по этому знаку прекращает стрельбу.

При стрельбе с рассеиванием по фронту наводчик плавно ведет пулемет в указанных пределах, следя за рассеиванием по линии прицеливания, и выдерживает нормальный темп рассеивания.

При стрельбе с рассеиванием в глубину помощник наводчика вращает маховичок в указанных пределах. Скорость рассеивания в глубину — не более одного деления прицельного кольца в секунду.

При стрельбе с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину наводчик производит рассеивание по фронту, а помощник наводчика — в глубину.

При стрельбе взводом, расположенным на одной огневой позиции, огонь открывается по тем же командам и в такой же последовательности, как и при стрельбе одним пулеметом. Если есть необходимость, командуют пулеметам различные установки прицелов.

При стрельбе взводом по широким целям пулеметам могут быть даны разные точки наводки и указаны пределы рассеивания по фронту для каждого пулемета.

Назначение количества патронов, напряженности огня и его открытие производятся теми же командами, что и при стрельбе одним пулеметом. Указанное в команде количество патронов относится к каждому пулемету. Так, например, подана команда **«Пятьдесят патронов, взводом — огонь»**. Наводчики пулеметов выпускают по пятьдесят патронов каждый.

Если необходимо вести стрельбу одним пулеметом, действующим в составе взвода на одной огневой позиции, то подают команду **«Стрелять первому** (или какому-либо другому) **пулемету»**. После этого подают команды для открытия огня, которые выполняются только назначенным пулеметом.

Если для стрельбы был назначен взвод, а требуется вести стрельбу одним пулеметом, командуют: **«Первому** (или какому-либо другому)...». Например: **«Длинной очередью, первому — огонь»**. Стрельба ведется одним указанным пулеметом, но все последующие команды для изменения установок прицела и целика выполняются без стрельбы всеми расчетами. При переходе от стрельбы пулеметом к стрельбе взводом командуют (примерно): **«Пятьдесят патронов, взводом — огонь»**.

Изменение команд

На основании наблюдения за результатами стрельбы командир отделения (взвода) корректирует огонь и вносит изменения в поданные ранее команды (изменяет установки прицела и целика, вид огня, напряженность огня).

Кроме командира отделения, наблюдение за результатами стрельбы ведет помощник наводчика и докладывает:

— при попадании пуль в цель (цель накрыта снопом траекторий) — **«Хорошо»**;

— при перелетах или недолетах — **«Недолет** (перелет) **столько-то»** (метров);

— при боковых отклонениях снопа траекторий—**«Вправо** (влево) **столько-то»** (тысячных).

Для продолжения стрельбы с частичным изменением команд указывается только то, что подлежит изменению; все остальные ранее поданные команды сохраняют свою силу. Команды, подлежащие изменению, подаются в той же последовательности, в какой они подаются при открытии огня.

а) Изменение угла прицеливания производится по прицелу или по кольцу.

В первом случае (по прицелу) командуется новый прицел. Наводчик ставит прицел на скомандованное деление, наводит пулемет в прежнюю точку наводки и докладывает: **«Готово».**

Пример. При стрельбе с прицелом 8 получен недолет. Командир решил увеличить дальность стрельбы на 100 *м*.

Команда: **«Прицел девять».**

Доклад наводчика: **«Готово».**

Изменение угла прицеливания по кольцу производится по команде **«По кольцу вперед** (назад) **столько-то».**

Помощник наводчика открепляет механизм тонкой наводки и поворачивает маховичок на число делений прицельного кольца, указанное командой, закрепляет механизм тонкой наводки (если нужно) и докладывает: **«Готово».**

Пример. Для увеличения дальности стрельбы с 800 до 900 *м* командир командует: **«По кольцу вперед одно».** Помощник наводчика вращает маховичок до совмещения с указателем деления кольца 9 и докладывает: **«Готово».**

б) Для изменения установки целика командуют: **«Целик правее** (левее) **столько-то»** или **«Целик вправо** (влево) **столько-то».**

Наводчик передвигает целик на скомандованное число делений, наводит пулемет в прежнюю точку наводки и докладывает: **«Готово».**

Пример. При стрельбе по мелкой цели с целиком влево пять замечено падение пуль влево от цели на 2 тыс.

Команда: **«Целик правее два»** или **«Целик влево три».** Наводчик ставит целик на деление влево три, вновь наводит пулемет и докладывает: **«Готово».**

в) Для одновременного изменения установок прицела и целика командуют (примерно): **«Десять, целик правее два»** или **«Десять, целик влево три».**

г) Для перемены вида огня командуют новый его вид.

Пример. После выполнения расчетом команды для ведения огня в точку командир отделения решил продолжать стрельбу по той же цели, но с рассеиванием в глубину.

Команда: **«С рассеиванием по кольцу от семи до девяти — огонь».**

д) Для изменения назначенного количества патронов и напряженности огня подают новую команду.

Пример. После выполнения расчетом команды **«Длинной очередью — огонь»** командир отделения (взвода) решил продолжать стрельбу бо́льшим количеством патронов и с большей напряженностью огня.

Команда: **«Сто патронов — огонь».**

е) Для изменения количества патронов и напряженности огня, не ожидая выпуска назначенного количества патронов, командуют: **«Стой»**, после чего подают новую команду.

Пример. Во время стрельбы, производящейся по комаиде **«Три коротких очереди — огонь»**, командир отделения (взвода) решил увеличить напряженность огня.

Команда: **«Стой, пол-лейты — огонь».**

ж) Продолжение стрельбы без всяких изменений (прицела и целика, вида и напряженности огня) производится по команде **«Огонь».**

Пример. Для стрельбы по скоплению пехоты командир отделения подал команду **«По пехоте, восемь, тяжелая, целик иоль, наводить в желтый куст, с рассеиванием вправо до березы, по кольцу на одио деление вперед, сто патронов — огонь».**

Наблюдения за падением пуль показывают правнльность установок прицела и целика и пределов рассеивання. Командир отделения решил продолжать стрельбу, не изменяя установок прицела и целика и напряженности огня.

Команда: **«Огоиь».**

Для отмены ошибочно поданной команды, касающейся прицельных установок, командуют: **«Стой, прицел** (целик) **отставить»**, после чего подают правильную команду.

Пример. При стрельбе с целиком влево пять командир отделения заметил, что пули падают вправо от цели на 3 тыс. При корректировании огня командир отделения подал ошибочную команду **«Целик правее три»**, но во-время (до стрельбы) обнаружил ошибку и скомандовал: **«Стой, целик отставить».** Убедившись в том, что наводчик последнюю команду принял, командир отделения подал правильную команду: **«Целик левее три».**

Для временного прекращения огня командуют: **«Стой».** При стрельбе взводом все командиры отделений повторяют команду, одновременно поднимая руку. Все наводчики прекращают действия.

Для полного прекращения огня командуют: **«Разряжай».**

Глава 4

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОПАДАНИЯ

Общее понятие о вероятности попадания

На основании закона рассеивания пуль с учетом размеров рассеивания в данных условиях можно подсчитать вероятность попадания в ту или другую цель при одном выстреле для любого положения средней траектории относительно центра цели.

Положим, что по цели, имеющей форму прямоугольника, произведено большое число выстрелов из какого-либо оружия в определенных и по возможности одинаковых условиях. Получен эллипс рассеивания, положение которого относительно цели показано на рис. 8. Взаимное расположение цели и эллипса рассеивания таково, что на каждые 100 выстрелов приходится 75 попаданий и 25 промахов.

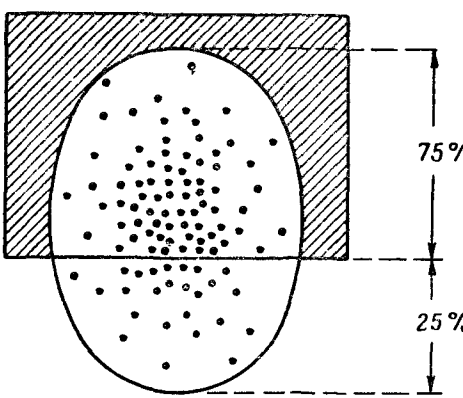

Рис. 8. Положение эллипса рассеивания в пределах цели

Определим, какова вероятность попасть в эту цель, если произвести один выстрел из того же оружия и при тех же условиях, при которых был получен эллипс рассеивания.

Очевидно, что при одном выстреле пуля может оказаться в любой точке эллипса рассеивания, следовательно, может быть одно из двух противоположных событий: или попадание, или промах. По соотношению попаданий и промахов при большом числе выстрелов можно судить о соотношении вероятности попадания и вероятности промаха при одном выстреле.

Так как по условию нашего примера на каждые 100 выстрелов приходится 75 попаданий, или на каждые 4 выстрела 3 попадания,

то вероятность попадания при одном выстреле можно выразить отношением 75 : 100, или 3 : 4.

Вероятность попадания численно может выражаться не только дробью, но и в процентах. В нашем примере она будет равна 75%.

Можно дать следующее определение вероятности попадания: вероятность попадания есть числовая характеристика степени возможности попадания в тех или иных определенных условиях, могущих повторяться неограниченное число раз.

Если произвести большое число выстрелов, то на каждые 100 выстрелов придется 75 попаданий и 25 промахов, или на каждые 4 выстрела — 3 попадания и 1 промах. Но это вовсе не означает, что при каждых четырех выстрелах будет непременно 3 попадания, так как частота события только при достаточно большом числе опытов будет близка к вероятности события. Положим, что стрельба ведется сериями по четыре выстрела и после каждой серии производится подсчет попаданий в цель. Результаты стрельб при этом будут неодинаковы; будут случаи, когда число попаданий из четырех выстрелов окажется больше или меньше трех, при общем же подсчете большого числа выстрелов и попаданий окажется, что на каждые четыре выстрела приходится в среднем 3 попадания.

Зависимость вероятности попадания в одиночные цели от разных условий

Зависимость вероятности попадания от размеров цели. На рис. 9 изображены три неодинаковые по размерам цели. Центры этих целей совпадают с центрами одинаковых эллипсов рассеивания.

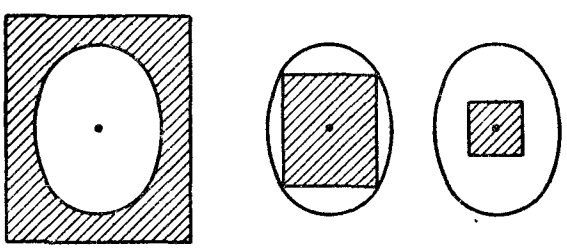

Рис. 9. Зависимость вероятности попадания от размеров цели

Площадь цели, показанная на рис. 9, *а*, настолько велика, что вмещает в себя весь эллипс рассеивания. Значит, попадание достоверно, т. е. вероятность попадания равна 1 (единице), или 100%.

Площадь цели, показанная на рис. 9, *б*, меньше эллипса рассеивания, вероятность попадания в цель меньше 1 (единицы), или меньше 100%.

Площадь цели, показанная на рис. 9, *в*, значительно меньше эллипса рассеивания, вероятность попадания в цель еще меньше, чем во втором случае.

Следовательно, вероятность попадания зависит от размеров цели: при одном и том же рассеивании она тем больше, чем больше размеры цели.

Зависимость вероятности попадания от рассеивания. На рис. 10 изображены три неодинаковых эллипса рассеивания, центры которых совпадают с центрами одинаковых по размеру целей.

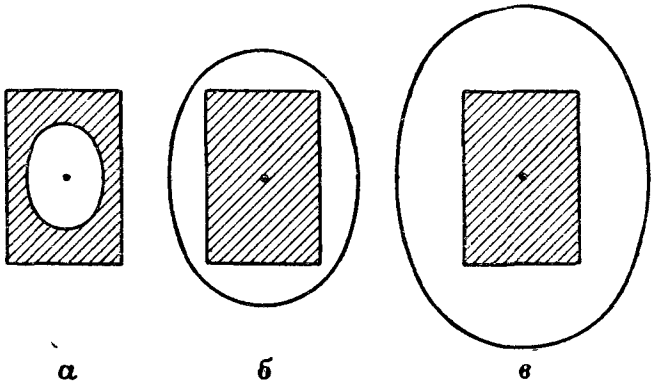

Рис. 10. Зависимость вероятности попадания от величины рассеивания

При малом рассеивании (рис. 10, *а*) весь эллипс умещается на площади цели; в этом случае попадание достоверно, т. е. вероятность попадания в цель будет равна 1 (единице), или 100%.

Если эллипс рассеивания больше цели (рис. 10, *б*), то вероятность попадания меньше 1 (единицы), или меньше 100%.

Если эллипс рассеивания значительно больше цели (рис. 10,*в*), то вероятность попадания в цель еще меньше, чем во втором случае.

Следовательно, вероятность попадания зависит от величины рассеивания: при одних и тех же размерах цели она тем больше, чем меньше рассеивание.

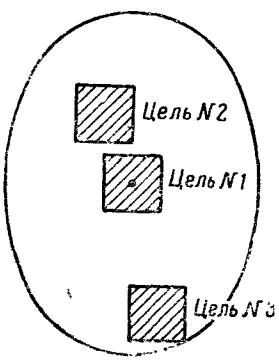

Рис. 11. Зависимость вероятности попадания от положения центра рассеивания относительно цели

Зависимость вероятности попадания от положения центра рассеивания относительно цели. На рис. 11 изображены три одинаковые цели, расположенные в разных местах одного и того же эллипса рассеивания.

Известно, что распределение траекторий в пределах снопа рассеивания неравномерно, поэтому вероятность попадания в каждую из этих целей неодинакова: вероятность попадания в цель № 1 больше, чем в цель № 2, и вероятность попадания в цель № 2 больше, чем в цель № 3.

Следовательно, вероятность попадания зависит от положения центра рассеивания относительно центра цели: чем ближе один

к другому, тем больше вероятность попадания. Наибольшая вероятность попадания — при совмещении центра рассеивания с центром цели.

Таким образом, вероятность попадания зависит: от размеров цели, от размеров рассеивания и от положения центра рассеивания относительно цели.

Вероятность попадания в одиночные цели определяется различными способами. Общий принцип определения вероятности попадания при всех способах один и тот же и заключается в следующем: чтобы определить вероятность попадания, нужно определить ту часть площади рассеивания, которой накрывается цель, и на основании закона рассеивания подсчитать процент попаданий, приходящихся на эту площадь. Размеры рассеивания в каждом случае определения вероятности попадания берутся из таблиц, которые составлены на основании большого числа опытных стрельб.

Определение вероятности попадания в одиночные цели по сердцевине рассеивания

Способ определения вероятности попадания в одиночные цели по сердцевине рассеивания применим только в тех случаях, когда площадь цели меньше сердцевины рассеивания и не выходит за ее пределы в любом направлении. При подсчете допускается, что в пределах сердцевины рассеивания траектории пуль располагаются равномерно. Тогда вероятность попадания можно определять путем сопоставления площадей цели и сердцевины рассеивания. Так как сердцевина рассеивания содержит 0,5 (50%) всех траекторий, то вероятность попадания в цель с площадью меньшей, чем сердцевина, будет меньше 0,5 (50%) во столько раз, во сколько площадь цели меньше площади сердцевины рассеивания, т. е.

$$p : 0{,}50 = s : (Св \cdot Сб),$$

где p — вероятность попадания в цель при одном выстреле;
s — площадь цели;
$Св \cdot Сб$ — площадь сердцевины рассеивания.

На основании полученной пропорции находим

$$p = \frac{0{,}50 \cdot s}{Св \cdot Сб}. \qquad (1)$$

Пример. Определить вероятность попадания в грудную фигуру при стрельбе из станкового пулемета тяжелой пулей на 600 *м* при условии, что очертания фигуры не выходят за пределы сердцевины рассеивания.

Решение. Находим по табл. 1а (приложение 1): $Св = 0{,}68$ *м*, $Сб = 0{,}67$ *м*. По табл. 2 (приложение 2) площадь грудной фигуры $s = 0{,}18$ *м*^{2};

$$p = \frac{0{,}50 \cdot 0{,}18}{0{,}68 \cdot 0{,}67} = 0{,}198, \text{ или } 19{,}8\%.$$

Задачи

2. Определить вероятность попадания при стрельбе из станкового пулемета (огнем в точку) при следующих условиях:

Дальность стрельбы, *м*	Стрельба ведется пулей обр.	Цель
а) 500	1908 г.	Головная фигура
б) 900	1908 г.	Поясная фигура
в) 800	1908 г.	Грудная фигура
г) 700	1930 г.	Грудная фигура
д) 1200	1908 г.	Бегущая фигура
е) 1300	1930 г.	Ростовая фигура

Определение вероятности попадания в одиночные цели по шкале рассеивания

В тех случаях, когда цель или часть ее выходит за пределы сердцевины рассеивания, вероятность попадания определяется по шкале рассеивания.

Положим, что цель занимает такое положение внутри эллипса рассеивания, как показано на рис. 12.

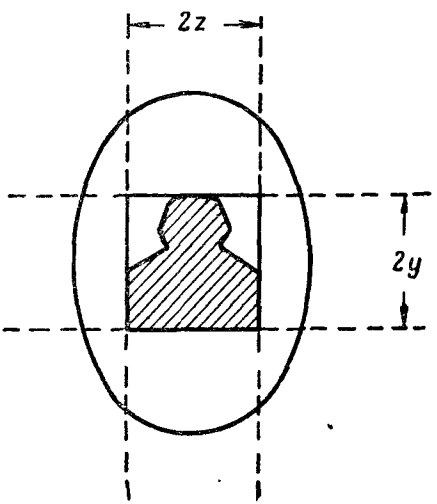

Рис. 12. Бесконечно длинные полосы по ширине и по высоте

Последовательность работы при определении вероятности попадания в цель должна быть следующая:

1. Определить вероятность попадания в бесконечно длинную полосу $2y$, высота которой равна высоте цели[1].

2. Определить вероятность попадания в бесконечно длинную полосу $2z$, ширина которой равна ширине цели.

3. Определить вероятность попадания в прямоугольник, образуемый пересечением полос $2y$ и $2z$.

Нетрудно видеть, что в этот прямоугольник попадут только те пули, которые одновременно войдут в полосы $2y$ и $2z$. Поэтому попадание в прямоугольник есть сложное событие, вероятность которого определяется как произведе-

[1] Бесконечно длинными полосами условно называют полосы, длина которых превосходит 8 срединных отклонений и концы которых находятся вне пределов эллипса рассеивания.

ние вероятностей простых событий, его составляющих, т. е. как произведение вероятностей попадания в полосы $2y$ и $2z$. Если вероятность попадания в полосу $2y$ равна p_{2y}, а в полосу $2z$ равна p_{2z}, то вероятность попадания в прямоугольник можно выразить так:

$$p_n = p_{2y} p_{2z}.$$

4. Определить вероятность попадания в цель. Можно допустить, что распределение траекторий в пределах прямоугольника равномерно. Тогда вероятность попадания в цель p будет меньше вероятности попадания в прямоугольник $p_{2y}p_{2z}$ во столько раз, во сколько площадь цели s меньше площади прямоугольника S, т. е.

$$\frac{p}{p_{2y}p_{2z}} = \frac{s}{S}.$$

Из составленной пропорции получаем

$$p = p_{2y}p_{2z}\frac{s}{S}.$$

Отношение площади цели к площади описанного прямоугольника $\frac{s}{S}$ принято называть **коэффициентом фигурности цели** и обозначать буквой K. Величины коэффициентов фигурности даны в табл. 2 (приложение 2). Формулу определения вероятности попадания в цель в общем виде можно написать так:

$$p = p_{2y}p_{2z}K, \qquad (2)$$

где p — вероятность попадания в цель;

p_{2y} — вероятность попадания в бесконечно длинную полосу по высоте цели;

p_{2z} — вероятность попадания в бесконечно длинную полосу по ширине цели;

K — коэффициент фигурности цели, т. е. отношение площади цели к площади описанного прямоугольника.

Таким образом, чтобы определить вероятность попадания в цель, нужно прежде всего определить вероятность попадания в бесконечно длинные полосы по высоте и по ширине цели.

Для этого надо взять из табл. 1а или 1б (приложение 1) размеры срединных отклонений $Bв$ и $Bб$, а из табл. 2 (приложение 2) — размеры цели. В произвольном масштабе следует начертить полосы $2y$ и $2z$, соответствующие высоте и ширине цели, и шкалы рассеивания по высоте и боковому направлению. Затем подсчитываются вероятности попадания в полосы $2y$ и $2z$ по заключенным в этих полосах срединным отклонениям. Если полоса захватывает лишь часть какого-нибудь срединного отклонения, то процент входящих в полосу попаданий считают пропорциональным части срединного отклонения, входящей в полосу.

Рассмотрим работу по определению вероятности попадания на примерах.

Примеры: 1. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей по головной фигуре на расстоянии 300 *м*.

Определить вероятность попадания в цель, если известно, что средняя траектория совмещается с центром цели.

Решение. По табл. 1а (приложение 1) находим, что для дальности 300 *м* $Bв = 0{,}12$ *м*, $Bб = 0{,}12$ *м*.

По табл. 2 (приложение 2) находим: высота головной фигуры равна 0,3 *м*, ширина 0,5 *м*, коэффициент фигурности 0,73.

Чертим полосы $2y$ и $2z$ и шкалы рассеивания по высоте и по боковому направлению (рис. 13).

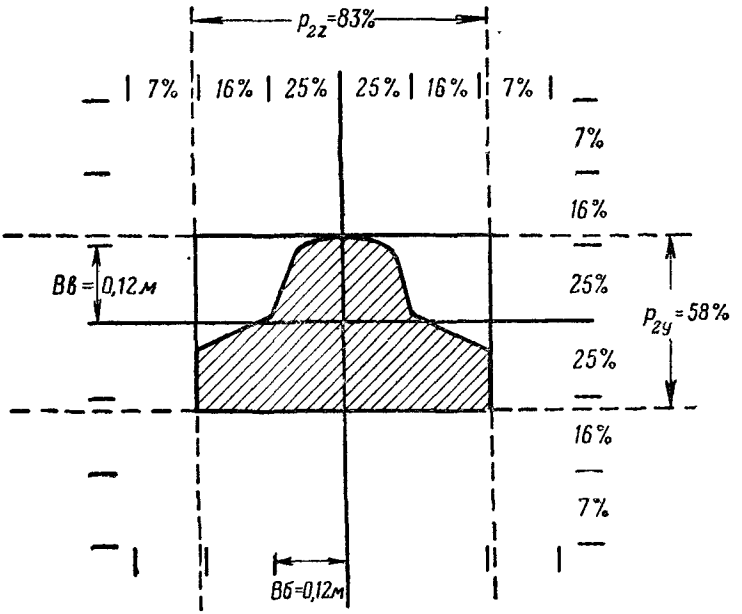

Рис. 13. Определение вероятности попадания в головную фигуру. Средняя траектория проходит через центр цели

Горизонтальная ось рассеивания делит полосу $2y$ на две равные части высотой по 0,15 *м* (0,3 : 2 = 0,15). Каждая из них заключает в себе 1,25 *В* (0,15 : 0,12 = 1,25), т. е. одно срединное отклонение, содержащее 25% попаданий, и 0,25 полосы, содержащей 16% попаданий.

Вероятность попадания в полосу $2y$ равна

$$p_{2y} = (25\% + 0{,}25 \cdot 16\%) \cdot 2 = 58\%.$$

Вертикальная ось рассеивания делит полосу $2z$ на две равные части шириной (0,5 : 2) : 0,12 = 2,1 *Вб* каждая. Вероятность попадания в полосу 2z равна

$$p_{2z} = (25\% + 16\% + 0{,}1 \cdot 7\%) \cdot 2 = 83\%.$$

Вероятность попадания в головную фигуру

$$p = p_{2y} p_{2z} K = 0{,}58 \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}73 = 0{,}351, \text{ или } 35{,}1\%.$$

2. Условия стрельбы те же, что в примере 1, но средняя траектория проходит выше центра цели на 0,18 *м* (рис. 14).

Решение. $p_{2y} = (0{,}75 \cdot 25\%) + 16\% + (0{,}75 \cdot 7\%) = 40\%$; $p_{2z} = 83\%$ (как в примере 1);

$$p = p_{2y} p_{2z} K = 0{,}40 \cdot 0{,}83 \cdot 0{,}73 = 0{,}242, \text{ или } 24{,}2\%.$$

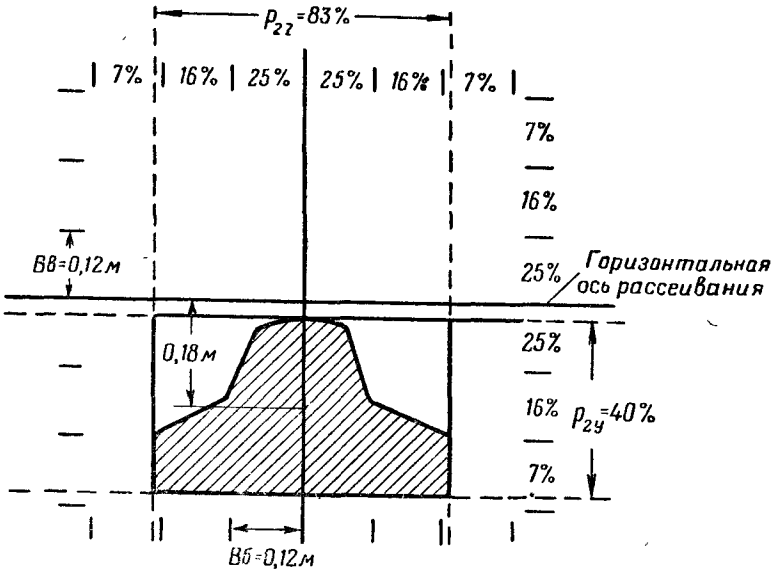

Рис. 14. Определение вероятности попадания в головную фигуру. Средняя траектория проходит выше центра цели

Задачи

3. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей. Определить вероятность попадания в цель при следующих условиях:

Дальность стрельбы, *м*	Цель	Положение средней траектории относительно центра цели
а) 400	Головная фигура	Совмещается
б) 600	Грудная фигура	Совмещается
в) 600	Грудная фигура	Выше на 20 *см*
г) 900	Поясная фигура	Совмещается
д) 900	Поясная фигура	Ниже на 50 *см*, левее на 30 *см*
е) 1200	Бегущая фигура	Совмещается
ж) 1200	Бегущая фигура	Выше на 40 *см*, левее на 50 *см*

Определение вероятности попадания по таблице вероятностей

Определяя вероятность попадания по шкале рассеивания, мы допускаем некоторую неточность, считая, что траектории пуль в пределах каждой полосы, равной одному срединному отклонению, распределяются равномерно.

Для точных расчетов применяется более совершенный способ определения вероятности попадания — по таблице вероятностей получения ошибки в пределах от 0 до $\pm\beta$ (см. табл. 3, приложе-

ние 3). Этот способ не только точнее, но и проще предыдущего, так как он значительно сокращает вычисления.

В первой графе таблицы даны значения ошибок, выраженных в величине срединной ошибки (в данном случае в срединных отклонениях); во второй графе — вероятность получения ошибок в пределах от ноля до указанного значения. Эта вероятность зависит от величины ошибки β, т. е. является функцией этой ошибки, и обозначается $\Phi(\beta)$.

Так, например, вероятность получения ошибки величиной от 0 до ± 1 $E = 0{,}500$, или 50%, величиной от 0 до $\pm 1{,}5$ $E = 0{,}688$, или 68,8%.

Известно, что рассеивание выстрелов является результатом случайных ошибок, подчиняющихся нормальному закону, поэтому таблица вероятностей применима для определения вероятности попадания в полосы по высоте и ширине цели.

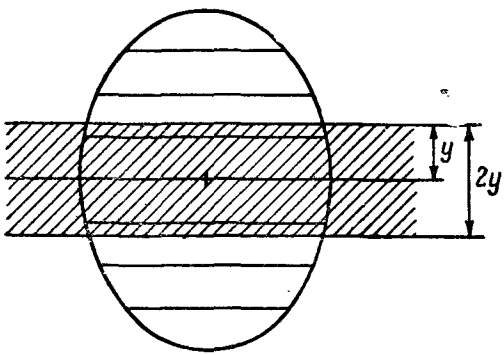

Рис. 15. Определение вероятности попадания в полосу, когда ось рассеивания делит ее на две равные полосы

Рассмотрим сначала случай, когда ось рассеивания проходит посредине полосы (рис. 15). Чтобы определить вероятность попадания в полосу, нужно половину ширины полосы выразить в срединных отклонениях, т. е. определить β. Для этого следует половину ширины полосы разделить на величину срединного отклонения соответствующего направления и по этому значению β по таблице вероятностей найти вероятность попадания во всю полосу $\Phi(\beta)$.

Положим, что ширина полосы совпадает с направлением *Вв*. Ширину полосы в этом случае принимаем равной $2y$, тогда половина полосы, выраженная в срединных отклонениях, будет $\beta = \frac{y}{Bв}$. Вероятность получения ошибки в пределах от 0 до $\pm\beta$ будет являться вероятностью попадания в полосу шириной $2y$ (от 0 до $\pm y$). Следовательно, вероятность попадания в полосу при условии совмещения оси рассеивания по высоте с серединой полосы определяется следующим выражением:

$$p_{2y} = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right). \qquad (3)$$

Подобно этому вероятность попадания в полосу, когда ширина ее совпадает с направлением *Вб*, определяется следующим выражением:

$$p_{2z} = \Phi\left(\frac{z}{Bб}\right). \qquad (3а)$$

Примеры: 1. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей на дальность 500 *м*. Определить вероятность попадания в полосу высотой 1,00 *м*, если ось рассеивания по высоте проходит посредине полосы.

Решение. $2y$ (высота полосы) = 1,00 *м*, $y = 1{,}00 : 2 = 0{,}50$ *м*.

По табл. 1а (приложение 1) находим: $Bв = 0{,}19$ *м*.

$$p_{2y} = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}50}{0{,}19}\right) = \Phi\,(2{,}63).$$

По таблице вероятностей находим, что $\Phi\ (2{,}63) = 0{,}924$, или 92,4%.

2. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей на дальность 1200 *м*. Определить вероятность попадания в полосу шириной 1,20 *м*, если ось рассеивания по боковому направлению проходит посредине полосы.

Решение. $2z$ (ширина полосы) = 1,20 *м*; $z = 1{,}20 : 2 = 0{,}60$ *м*.

По табл. 1б (приложение 1) находим: $Bб = 0{,}48$ *м*.

$$p_{2z} = \Phi\left(\frac{z}{Bб}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}60}{0{,}48}\right) = \Phi\,(1{,}25).$$

По таблице вероятностей находим:

$$\Phi\ (1{,}25) = 0{,}601, \text{ или } 60{,}1\%.$$

Таблица вероятностей применима для определения вероятности попадания при любом положении средней траектории относительно цели.

На рис. 16 средняя траектория совмещается с краем полосы. Ширину этой полосы можно представить как половину полосы $2y$. Если вероятность попадания в полосу $2y$ определяется выражением (3), то, очевидно, вероятность попадания в полосу y будет равна

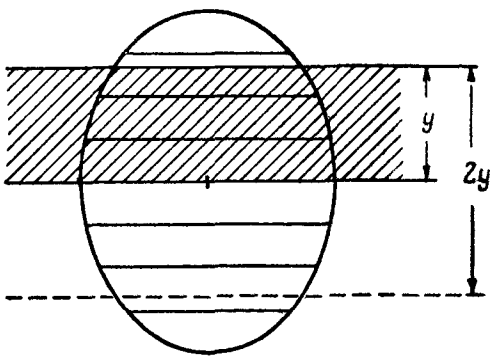

Рис. 16. Определение вероятности попадания в полосу, когда ось рассеивания совпадает с ее краем

$$p_y = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{y}{Bв}\right). \qquad (4)$$

Аналогично этому, когда ширина полосы совпадает с направлением $Bб$,

$$p_z = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{z}{Bб}\right). \qquad (4а)$$

На рис. 17 и 18 приводятся два случая стрельбы в полосы, ширина которых совпадает с направлением $Bв$. В первом случае (рис. 17) средняя траектория проходит внутри полосы, но не совмещается с ее серединой; во втором случае (рис. 18) средняя траектория проходит вне полосы.

Рассмотрим на рисунках следующие величины:

Δy — удаление средней траектории от середины полосы;

y_2 — удаление средней траектории от дальнего края полосы; в том и другом случае $y_2 = y + \Delta y$;

y_1 — удаление средней траектории от ближнего края полосы; в том и другом случае $y_1 = y - \Delta y$; в некоторых случаях y_1 может получиться отрицательным; это не имеет значения, так как важна его абсолютная величина (ширина полосы).

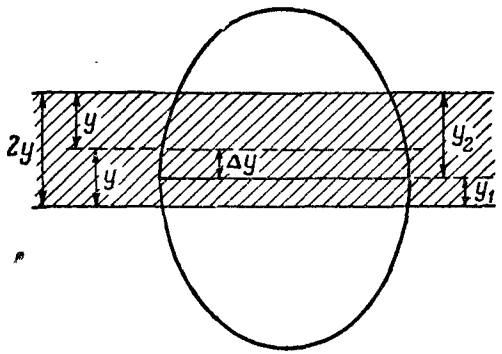

Рис. 17. Определение вероятности попадания в полосу, когда ось рассеивания проходит внутри полосы, но не совмещается с ее серединой

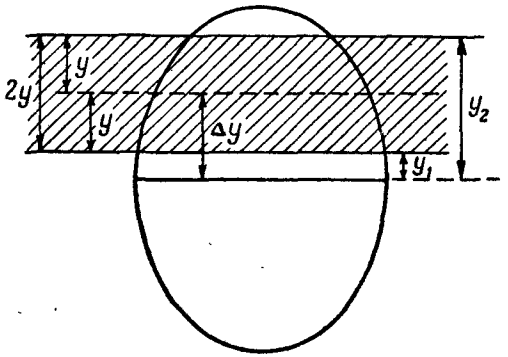

Рис. 18. Определение вероятности попадания в полосу, когда ось рассеивания проходит вне полосы

В случае, показанном на рис. 17, вероятность попадания в полосу $2y$ равна сумме вероятностей попадания в полосы y_2 и y_1.

В случае, показанном на рис. 18, вероятность попадания в полосу $2y$ равна разности вероятностей попадания в полосы y_2 и y_1.

Вероятность попадания в полосу y_2 равна

$$p_{y2} = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{y_2}{Bв}\right).$$

Вероятность попадания в полосу y_1 равна

$$p_{y1} = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{y_1}{Bв}\right).$$

На основании сказанного можно заключить, что вероятность попадания в полосу $2y$ определяется следующим выражением:

$$p_{2y} = \frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{y_2}{Bв}\right) \pm \Phi\left(\frac{y_1}{Bв}\right)\right]. \qquad (5)$$

Точно так же, если ширина полосы совпадает с направлением *Вб*, получим следующее выражение:

$$p_{2z} = \frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{z_2}{Bб}\right) \pm \Phi\left(\frac{z_1}{Bб}\right)\right]. \qquad (5а)$$

Знак плюс (+) применяется, когда средняя траектория находится внутри полосы $2y$ или $2z$, знак минус (—), когда средняя траектория находится вне полосы $2y$ или $2z$.

Определение вероятности попадания в одиночные цели. При рассмотрении способа определения вероятности попадания в одиночные цели по шкале рассеивания была выведена общая формула (2):

$$p = p_{2y} p_{2z} K.$$

Подставив значения p_{2y} и p_{2z} из выражений (3) и (3а), получим формулу для определения вероятности попадания в одиночную цель при совмещении средней траектории с центром цели:

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) \Phi\left(\frac{z}{Bб}\right) K. \qquad (6)$$

Для того чтобы получить общую формулу определения вероятности попадания в одиночную цель, когда средняя траектория не совмещается с центром цели, подставим значения p_{2y} и p_{2z} из выражений (5) и (5а). Перемножив коэффициенты, получим

$$p = \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{y_2}{Bв}\right) \pm \Phi\left(\frac{y_1}{Bв}\right)\right]\left[\Phi\left(\frac{z_2}{Bб}\right) \pm \Phi\left(\frac{z_1}{Bб}\right)\right] K. \qquad (7)$$

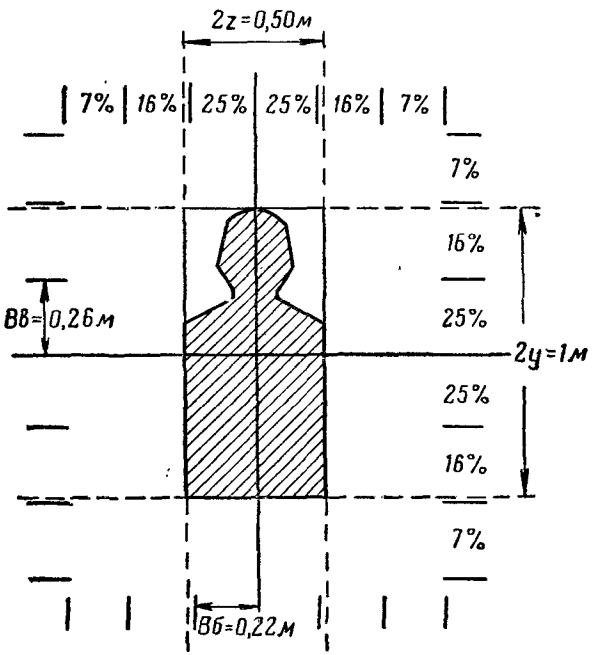

Рис. 19. Определение вероятности попадания в поясную фигуру, когда средняя траектория совмещается с центром фигуры

Примеры: 1. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей по поясной фигуре. Дальность стрельбы 600 *м*. Определить вероятность попадания при условии совмещения средней траектории с центром цели.

Решение (рис. 19). По табл. 1б (приложение 1) находим: $Bв = 0{,}26$ *м*; $Bб = 0{,}22$ *м*.

По табл. 2 (приложение 2) находим: высота цели 1,00 *м*, ширина 0,50 *м*.

Тогда $y = 1{,}00 : 2 = 0{,}50$ *м*; $z = 0{,}50 : 2 = 0{,}25$ *м*; коэффициент фигурности $K = 0{,}80$.

$$p = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right)\Phi\left(\frac{z}{Bб}\right)K = \Phi\left(\frac{0{,}50}{0{,}26}\right)\Phi\left(\frac{0{,}25}{0{,}22}\right)\cdot 0{,}80 =$$

$$= \Phi(1{,}92)\,\Phi\,(1{,}14)\cdot 0{,}80 = 0{,}805\cdot 0{,}558\cdot 0{,}80 = 0{,}36, \text{ или } 36\%.$$

2. Условия стрельбы те же, что в примере 1, но средняя траектория отклонилась от центра цели вверх на 0,20 *м* и влево на 0,30 *м*. Определить вероятность попадания.

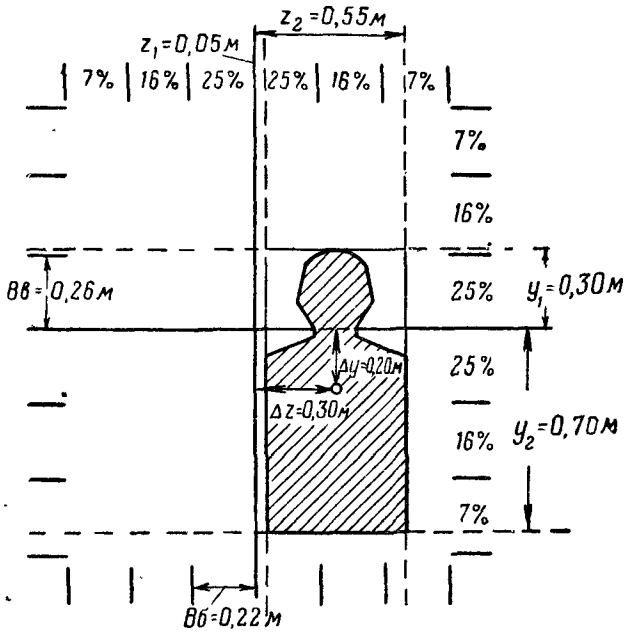

Рис. 20. Определение вероятности попадания в поясную фигуру, когда средняя траектория отклонилась от центра фигуры вверх на 0,20 *м* и влево на 0,30 *м*

Решение (рис. 20). $\Delta y = 0{,}20$ *м*; $\Delta z = 0{,}30$ *м*;

$$y_2 = y + \Delta y = 0{,}50 + 0{,}20 = 0{,}70 \text{ м};$$

$$y_1 = y - \Delta y = 0{,}50 - 0{,}20 = 0{,}30 \text{ м};$$

$$z_2 = z + \Delta z = 0{,}25 + 0{,}30 = 0{,}55 \text{ м};$$

$$z_1 = z - \Delta z = 0{,}25 - 0{,}30 = -0{,}05 \text{ м}.$$

$$p = \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{y_2}{B_в}\right) + \Phi\left(\frac{y_1}{B_в}\right)\right]\left[\Phi\left(\frac{z_2}{B_б}\right) - \Phi\left(\frac{z_1}{B_б}\right)\right]K =$$

$$= \frac{1}{4}\left[\Phi\left(\frac{0{,}70}{0{,}26}\right) + \Phi\left(\frac{0{,}30}{0{,}26}\right)\right]\left[\Phi\left(\frac{0{,}55}{0{,}22}\right) - \Phi\left(\frac{0{,}05}{0{,}22}\right)\right] \cdot 0{,}80 =$$

$$= \frac{1}{4}[\Phi(2{,}69) + \Phi(1{,}15)]\,[\Phi(2{,}5) - \Phi(0{,}23)] \cdot 0{,}80 =$$

$$= \frac{1}{4}[0{,}930 + 0{,}562]\,[0{,}908 - 0{,}123] \cdot 0{,}80 = 0{,}234, \text{ или } 23{,}4\%.$$

Задачи

4. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей. Определить вероятность попадания при следующих условиях:

Дальность стрельбы, *м*	Цель	Положение средней траектории относительно середины цели
а) 800	Горизонтальная полоса высотой 0,80 *м*	Совмещена
б) 800	То же	Ниже на 0,40 *м*
в) 800	То же	Ниже на 0,20 *м*
г) 800	Горизонтальная полоса высотой 0,80 *м*	Выше на 0,60 *м*
д) 500	Бойница высотой 0,20 *м*, шириной 0,25 *м*	Совмещена с центром бойницы
е) 500	То же	Выше центра на 0,30 *м*, правее на 0,20 *м*
ж) 700	Грудная фигура	Совмещена с центром цели
з) 700	То же	Ниже центра цели на 0,15 *м*, левее на 0,40 *м*
и) 900	Бегущая фигура	Совмещена с центром цели
к) 900	То же	Выше центра цели на 0,50 *м*

Вероятность попадания в одиночные цели при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту

В бою нередки случаи, когда стрельбу по одиночным целям приходится вести с искусственным рассеиванием.

Рассмотрим порядок определения вероятности попадания при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту.

Предположим, нам известно, что на фронте АБ в кустах замаскирована цель (рис. 21). Точно место расположения цели неизвест-

Рис. 21. Цель расположена в кустах в пределах *АБ*

но, поэтому стрельба должна вестись с искусственным рассеиванием по фронту в пределах *АБ*.

Для упрощения расчетов делаем следующие допущения: в пределах искусственного рассеивания будут находиться все 100% пуль, распределение пуль по фронту в этих пределах равномерно.

Пусть в данном случае рассеивание по высоте больше высоты цели. Тогда некоторая часть пуль окажется выше и ниже цели, а другая часть пуль окажется в пределах прямоугольника *абгв*, как показано на рис. 22.

Рис. 22. Распределение пуль при стрельбе с рассеиванием по фронту в пределах *АБ*

Определим площадь этого прямоугольника и вероятность попадания в него.

Площадь прямоугольника равна произведению высоты цели на величину фронта искусственного рассеивания, т. е. $S = 2y\Phi p$.

Вероятность попадания в этот прямоугольник определяется как произведение вероятностей попадания в полосы, его образующие. Ширина полосы *аб* равна фронту искусственного рассеивания, вероятность попадания в эту полосу равна 1, или 100%; высота полосы *ав* та же, что высота цели, вероятность попадания в эту полосу обозначим p_{2y}. Значит, вероятность попадания в прямоугольник равна $1 \cdot p_{2y} = p_{2y}$.

Вероятность попадания в цель p меньше вероятности попадания в прямоугольник p_{2y} во столько раз, во сколько площадь цели s меньше площади прямоугольника $(2y\Phi p)$, т. е.

$$p : p_{2y} = s : (2y\Phi p).$$

На основании этой пропорции получаем

$$p = \frac{p_{2y}s}{2y\Phi p}, \qquad (8)$$

где p — вероятность попадания в цель;
p_{2y} — вероятность попадания в полосу по высоте цели;
s — площадь цели;
$2y$ — высота цели;
Φp — фронт рассеивания.

Пример. Цель — грудная фигура (снайпер) в кустах на фронте 10 *м*. Расстояние до цели 400 *м*. Определить вероятность попадания в цель, если стрельба ведется легкой пулей с рассеиванием по фронту на ширину кустов при условии, что ось рассеивания пройдет по нижнему краю цели.

Решение. а) По табл. 1б (приложение 1) находим: $Bв = 0{,}16$ *м*. При стрельбе с рассеиванием по фронту $Bв$ больше табличного в 1,5—2 раза, в среднем в 1,75 раза, $Bв = 0{,}16 \cdot 1{,}75 = 0{,}28$ *м*.

б) Вероятность попадания в полосу по высоте цели

$$p_{2y} = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{2y}{Bв}\right) = \frac{1}{2}\Phi\left(\frac{0{,}50}{0{,}28}\right) = \frac{1}{2}\Phi(1{,}79) =$$

$$= 0{,}386, \quad \text{или } 38{,}6\%.$$

в) Вероятность попадания в цель

$$p = \frac{p_{2y}\, s}{2y\, Фр} = \frac{0{,}386 \cdot 0{,}18}{0{,}50 \cdot 10} = 0{,}014, \text{ или } 1{,}4\%.$$

Задачи

5. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей по одиночной цели с рассеиванием по фронту. Определить вероятность попадания в цель при следующих условиях:

Расстояние до цели, *м*	Цель	Рассеивание по фронту, *м*	Ось рассеивания проходит
а) 500	Грудная фигура . . .	10	Через середину фигуры
б) 800	Ростовая фигура . .	20	Через середину фигуры
в) 300	Головная фигура . .	10	Через нижний край фигуры
г) 700	Поясная фигура . . .	20	Через нижний край фигуры

Примечание. Рассеивание по высоте больше табличного в 1,75 раза.

Глава 5

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ПАТРОНОВ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОГНЕВЫХ ЗАДАЧ

Общее понятие о математическом ожидании какого-либо события

Прежде чем говорить о математическом ожидании, необходимо установить общее понятие о среднем значении какой-либо величины, получаемой из опыта.

Положим, что 15 солдат выполняли учебное упражнение из пулемета и дали следующие результаты: 2 солдата— по 4 попадания в мишень каждый, 4 солдата — по 3 попадания, 5 солдат — по 2 попадания, 3 солдата — по 1 попаданию, 1 солдат — 0 попаданий (в мишень не попал).

Среднее число попаданий (S) на одного солдата определяется так:

$$S=\frac{(4\cdot 2)+(3\cdot 4)+(2\cdot 5)+(1\cdot 3)+(0\cdot 1)}{15}=\frac{33}{15}=2{,}2 \text{ попадания.}$$

Придадим этому выражению другой вид:

$$S=\left(4\cdot\frac{2}{15}\right)+\left(3\cdot\frac{4}{15}\right)+\left(2\cdot\frac{5}{15}\right)+\left(1\cdot\frac{3}{15}\right)+$$
$$+\left(0\cdot\frac{1}{15}\right)=2{,}2 \text{ попадания.}$$

В этом выражении числа 4, 3, 2, 1 и 0 являются частными (отдельными) значениями числа попаданий, а дроби $\frac{2}{15}$, $\frac{4}{15}$, $\frac{5}{15}$, $\frac{3}{15}$ и $\frac{1}{15}$ — частотами получения этих частных значений.

В общем виде среднее значение какой-либо величины определяется так:

$$S=x_1w_1+x_2w_2+x_3w_3+\ \ldots\ +x_nw_n, \qquad (9)$$

где S — среднее значение величины;
x — частные значения величины;
w — частоты этих значений.

Среднее значение какой-либо величины равно сумме произведений частных значений этой величины на соответствующие им частоты.

Известно, что частота события при достаточно большом числе опытов приближается к его вероятности. Если в формуле (9) частоты события заменим равными им вероятностями события, то получим **среднее ожидаемое значение величины или математическое ожидание** величины.

Математическим ожиданием числа событий называется среднее ожидаемое число событий, которое может быть получено при большом числе опытов в возможно одинаковых условиях.

Математическое ожидание выражается формулой

$$\text{МОЖ}(x) = a = x_1p_1 + x_2p_2 + x_3p_3 + \ \ldots\ + x_np_n = \sum_1^n x_ip_i, \qquad (10)$$

где

МОЖ (x) или a — условное обозначение математического ожидания величины;

x — искомая величина;

$x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$ — отдельные или частные значения этой величины x;

$p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$ — соответствующие этим отдельным значениям величины x вероятности их получения, причем сумма их равна единице;

Σ — знак, означающий сумму, в данном случае сумму парных произведений x_ip_i.

Таким образом, **математическое ожидание какой-либо величины определяется как сумма парных произведений из отдельных значений этой величины на соответствующие вероятности получения этих отдельных значений.**

Математическое ожидание числа попаданий. При одном выстреле может быть одно из двух противоположных событий: или попадание, или промах. В данном случае частными значениями переменной величины могут быть только $x_1 = 1$ (попадание) и $x_2 = 0$ (промах).

Обозначим вероятность попадания при одном выстреле через p и вероятность промаха через q.

Тогда по общей формуле (10)

$$\text{МОЖ}(x) = a_1 = x_1p_1 + x_2p_2 = 1 \cdot p + 0 \cdot q = p \text{ попаданиям.}$$

Отсюда имеем $a_1 = p$, т. е. при одном выстреле математическое ожидание числа попаданий **численно** равно вероятности попадания. Так, например, если вероятность попадания при одном выстреле равна 0,05, то и математическое ожидание числа попаданий равно 0,05. Это равенство только численное, так как вероятность попадания есть величина отвлеченная, а математическое ожидание — величина именованная.

Если математические ожидания числа попаданий для каждого выстрела равны между собой, то математическое ожидание числа попаданий при нескольких выстрелах равно произведению числа выстрелов на математическое ожидание для одного выстрела, т. е.

$$a_n = na_1.$$

На основании того, что $a_1 = p$, последнее выражение можно представить в следующем виде:

$$a_n = np, \tag{11}$$

где a_n — математическое ожидание числа попаданий при нескольких выстрелах;
n — число выстрелов;
p — вероятность попадания при одном выстреле.

Так, например, если вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}3$, то математические ожидания числа попаданий при 2, 5, 10 выстрелах будут соответственно равны: $a_2 = 2 \cdot 0{,}3 = 0{,}6$; $a_5 = 5 \cdot 0{,}3 = 1{,}5$; $a_{10} = 10 \cdot 0{,}3 = 3$ попаданиям.

Формулу (11) преобразуем для определения расхода патронов по заданному числу попаданий в цель и вероятности попадания

$$n = \frac{a_n}{p}. \tag{12}$$

Математическое ожидание числа попаданий a_n заменим заданным числом попаданий, обозначив это число через m.

Тогда получим

$$n = \frac{m}{p}, \tag{13}$$

где n — среднее число выстрелов, необходимое для получения заданного числа попаданий;
m — заданное число попаданий;
p — вероятность попадания при одном выстреле.

При стрельбе по цели одиночными выстрелами стреляющий имеет возможность наблюдать за результатом каждого выстрела. Стрельба прекращается только тогда, когда будет получено требуемое число попаданий m в цель.

Если произвести большое количество таких стрельб в одинаковых условиях, то окажется, что в некоторых случаях для получения m попаданий придется произвести меньше, а в некоторых — больше чем n выстрелов. При общем же подсчете окажется, что среднее число выстрелов для получения m попаданий будет равно n.

Пример. Стрельба ведется одиночными выстрелами. Определить среднее число выстрелов для получения трех попаданий в цель, если вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}25$.

Решение.

$$n = \frac{m}{p} = \frac{3}{0{,}25} = 12 \text{ выстрелам.}$$

При большом числе стрельб в подобных условиях для получения трех попаданий требуется в среднем 12 патронов.

Рассмотрим две стрельбы, из которых первая производится в условиях, когда вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}5$, а вторая — в условиях, когда $p = 0{,}2$. Так как $a_1 = p$, то математическое ожидание числа попаданий на один выстрел при первой стрельбе $a_1 = 0{,}5$, а при второй стрельбе $a_1 = 0{,}2$.

Положим, что для решения огневой задачи требуется только одно попадание. Тогда при первой стрельбе потребуется в среднем

$$n = \frac{1}{0{,}5} = 2 \text{ выстрела},$$

а при второй

$$n = \frac{1}{0{,}2} = 5 \text{ выстрелов}.$$

Сравнивая эти две стрельбы, можно сказать, что первая стрельба **экономичнее**, чем вторая.

Следовательно, **математическое ожидание числа попаданий характеризует экономичность стрельбы: чем больше математическое ожидание числа попаданий на один выстрел, тем меньше в среднем потребуется выстрелов для решения огневой задачи, тем экономичнее будет стрельба.**

Задачи

6. Вероятность попадания в цель при одном выстреле $p = 0{,}15$. Определить математическое ожидание числа попаданий, если по цели будет произведено: а) 5 выстрелов; б) 10 выстрелов; в) 20 выстрелов.

7. Вероятность попадания в цель при одном выстреле $p = 0{,}05$. Определить средний расход патронов, чтобы получить: а) 1 попадание; б) 2 попадания; в) 3 попадания.

8. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей по грудной фигуре на расстоянии 700 *м*.

Определить средний расход патронов для получения трех попаданий, если:

а) средняя траектория совмещается с центром цели;

б) средняя траектория проходит посредине нижнего обреза цели.

Вероятность поражения одиночных целей

При стрельбе из стрелкового оружия по одиночной цели для выполнения огневой задачи обычно бывает достаточно получить хотя бы одно попадание в цель. Так как одно попадание можно получить и при одном выстреле, то из этого следует, что вероятность попадания p одновременно характеризует надежность или вероятность поражения цели при одном выстреле. Так, например, если вероятность попадания $p = 0{,}3$, то и вероятность поражения цели при одном выстреле равна 0,3.

Если по одной и той же цели произвести несколько выстрелов, то можно получить или ноль, или одно, или несколько попаданий. Так как огневая задача при стрельбе по одиночным целям будет выполнена при любом числе попаданий (хотя бы одном), то вопрос о вероятности поражения цели решается определением вероятности попадания хотя бы один раз при том или ином числе выстрелов.

Вероятность хотя бы одного попадания при нескольких выстрелах обозначается P_1 и определяется следующим образом. Резуль-

татом нескольких выстрелов могут быть два события — получение либо всех промахов, либо хотя бы одного попадания. Так как эти события противоположные, то сумма их вероятностей равна единице.

Обозначим число всех выстрелов через n, вероятность попадания при одном выстреле p и вероятность промаха q. Получение всех промахов при n выстрелах — сложное событие, вероятность которого равна q^n. Вероятность противоположного события — получения хотя бы одного попадания — равна

$$P_1 = 1 - q^n.$$

Промах при одном выстреле — событие, противоположное попаданию, поэтому вероятность промаха можно заменить выражением $1 - p$. Подставив это выражение в найденное, получим формулу определения вероятности хотя бы одного попадания в общем виде:

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n, \qquad (14)$$

где p — вероятность попадания при одном выстреле;
n — число выстрелов.

Пример. Определить вероятность хотя бы одного попадания при 5 выстрелах, если вероятность попадания в цель при одном выстреле $p = 0{,}3$.

Решение. $P_1 = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0{,}3)^5 = 1 - 0{,}7^5 = 1 - 0{,}168 = 0{,}832$, или $83{,}2\%$.

Полученный результат показывает, что в 83 подобных случаях из 100 цель будет поражена или одной, или двумя, или тремя и т. д. пулями, и в 17 случаях цель не будет поражена.

Так как при стрельбе по одиночной цели огневая задача будет выполнена и при одном попадании, то вероятность хотя бы одного попадания характеризует надежность стрельбы, или вероятность поражения цели, при заданном числе выстрелов.

Задачи

9. Вероятность попадания в цель при одном выстреле $p = 0{,}3$. Определить вероятность хотя бы одного попадания: а) при 3 выстрелах; б) при 6 выстрелах; в) при 8 выстрелах.

10. Вероятность попадания в цель при одном выстреле $p = 0{,}6$. Определить вероятность хотя бы одного попадания: а) при 2 выстрелах; б) при 4 выстрелах; в) при 6 выстрелах.

11. Подразделение пулеметчиков выполняет учебное упражнение одиночных стрельб. Патроны с тяжелой пулей. Условия упражнения: цель — грудная фигура, расстояние 300 м, патронов 5.

Упражнение считается выполненным при поражении цели одной или несколькими пулями.

Определить ожидаемый процент выполнения упражнения подразделением при условии совмещения средней траектории с центром цели.

Определение расхода патронов для поражения одиночных целей

Выше были рассмотрены два понятия: математическое ожидание числа попаданий и вероятность попадания хотя бы один раз.

Для более полного уяснения смысла и различия этих двух понятий рассмотрим следующий пример.

Стрельба ведется в условиях, когда вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}2$. Сравним математическое ожидание числа попаданий и вероятность попадания хотя бы один раз, если будет произведено 5 выстрелов.

Математическое ожидание числа попаданий $a_5 = 5 \cdot 0{,}2 = 1$ попаданию.

Следовательно, 5 выстрелов является средним числом выстрелов для получения одного попадания ($n = \frac{1}{0{,}2} = 5$ выстрелам). Это означает, что при большом числе стрельб одиночными выстрелами, при условии возможности наблюдать за результатом каждого выстрела, в некоторых случаях для получения одного попадания придется произвести меньше, а в некоторых случаях больше 5 выстрелов; при общем же подсчете окажется, что среднее число выстрелов для получения одного попадания будет равно 5.

Определим вероятность поражения цели при 5 выстрелах:

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n = 1 - (1 - 0{,}2)^5 = 1 - 0{,}8^5 = 1 - 0{,}328 = 0{,}672, \text{ или } 67\% \text{ (округленно).}$$

Это означает, что при большом числе стрельб одиночными выстрелами, при условии возможности наблюдения за результатом каждого выстрела, в 67 стрельбах из 100 будет получено одно попадание при производстве не более 5 выстрелов, а в 33 стрельбах из 100 для получения одного попадания придется произвести более 5 выстрелов.

Полученное значение вероятности хотя бы одного попадания $P_1 = 67\%$ следует понимать еще так: если произвести большое число стрельб сериями по 5 выстрелов на каждую стрельбу (независимо от того, одиночным или автоматическим огнем), то в 67 случаях из 100 цель будет поражена одной или несколькими пулями (в условиях нашего примера не более как 5 пулями), а в 33 случаях из 100 цель не будет поражена.

Очевидно, что среднее число выстрелов для получения одного попадания в цель (в нашем примере 5 выстрелов) не обеспечивает достаточной надежности поражения цели, следовательно, для того, чтобы надежность поражения цели была больше 67%, надо увеличить число выстрелов по данной цели.

Расход патронов для поражения одиночных целей рассчитывается или как среднее число выстрелов для получения одного попадания, или по заданной вероятности поражения цели (вероятности попасть хотя бы один раз).

Выбор того или иного способа расчета зависит от возможности наблюдения за результатом каждого выстрела.

Положим, что стрельба ведется из карабина одиночными выстрелами по одинаковым целям (вероятность попадания в каждую цель одинакова); стреляющий имеет возможность наблюдать за результатом каждого выстрела и при поражении очередной цели немедленно переносить огонь на другую. По условиям предыдущего примера при израсходовании большого количества патронов на

каждые 5 выстрелов (в среднем) будет 1 попадание, или, иначе говоря, на каждые 5 выстрелов (в среднем) будет поражена 1 цель.

Следовательно, **при стрельбе одиночными выстрелами и при возможности наблюдать за результатом каждого выстрела количество патронов для поражения одиночной цели можно рассчитывать, как среднее число выстрелов для получения одного попадания в цель.**

Стрельба одиночными выстрелами при возможности наблюдения за результатом каждого выстрела наиболее экономична в смысле расхода патронов, так как она может быть прекращена немедленно при получении первого попадания.

При стрельбе в условиях, когда наблюдение за результатами выстрелов затруднено, или при стрельбе из пулеметов автоматическим огнем стреляющий не имеет возможности немедленно прекратить стрельбу при получении первого попадания в цель. Поэтому в таких условиях расчет количества патронов для поражения одиночной цели производится не по среднему числу выстрелов для получения одного попадания, а по заданной надежности стрельбы, или вероятности поражения цели (по заданной вероятности попасть хотя бы один раз).

Рассмотрим способ решения задач на определение необходимого числа выстрелов по заданной надежности стрельбы (вероятности поражения цели).

Положим, что вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}2$.

Требуется определить число выстрелов, необходимое для того, чтобы вероятность хотя бы одного попадания P_1 была равна 0,9.

Из формулы

$$P_1 = 1 - (1 - p)^n$$

имеем

$$(1 - p)^n = 1 - P_1 .$$

Логарифмируя последнее выражение, получаем

$$n \lg(1 - p) = \lg(1 - P_1),$$

откуда

$$n = \frac{\lg(1 - P_1)}{\lg(1 - p)}. \qquad (15)$$

Подставляя в эту формулу значения p и P_1, получаем

$$n = \frac{\lg(1 - 0{,}9)}{\lg(1 - 0{,}2)} = \frac{\lg 0{,}1}{\lg 0{,}8}.$$

По таблице логарифмов находим:

$$\lg 0{,}1 = \bar{1}{,}0000 \text{ и } \lg 0{,}8 = \bar{1}{,}9031.$$

Берем вместо последнего его дополнение до положительного логарифма — 0,0969, делим первый логарифм на второй и в результате получаем искомое число выстрелов:

$$\frac{-1}{-0{,}0969} = \frac{10000}{969} = 10 \text{ выстрелов}.$$

Задачи

12. Вероятность попадания в цель при одном выстреле равна 0,1. Определить необходимое число выстрелов, чтобы надежность поражения цели была равна а) 0,5; б) 0,8; в) 0,9; г) 0,99.

Зависимость между математическим ожиданием числа попаданий в цель и вероятностью поражения цели

Рассмотрим, в какой степени изменяется вероятность поражения цели в зависимости от числа выстрелов, а следовательно, и от математического ожидания числа попаданий в цель.

Возьмем для этого три случая стрельбы с разным числом выстрелов и примем, что вероятность попадания при одном выстреле p во всех случаях одинакова. Пусть $p = 0{,}1$, или 10%.

1-й случай. По цели произведено 5 выстрелов.

Математическое ожидание числа попаданий в цель

$$a_n = np = 5 \cdot 0{,}1 = 0{,}5 \text{ попадания.}$$

Вероятность поражения цели

$$P_1 = 1 - (1-p)^n = 1 - (1-0{,}1)^5 = 1 - 0{,}9^5 = 1 - 0{,}59 = 0{,}41, \text{ или } 41\%.$$

2-й случай. По цели произведено 10 выстрелов.

$$a_n = 10 \cdot 0{,}1 = 1 \text{ попаданию.}$$

$$P_1 = 1 - (1-0{,}1)^{10} = 1 - 0{,}9^{10} = 1 - 0{,}348 = 0{,}652, \text{ или } 65{,}2\%.$$

3-й случай. По цели произведено 20 выстрелов.

$$a_n = 20 \cdot 0{,}1 = 2 \text{ попаданиям.}$$

$$P_1 = 1 - (1-0{,}1)^{20} = 1 - 0{,}9^{20} = 1 - 0{,}122 = 0{,}878, \text{ или } 87{,}8\%.$$

По результатам вычислений видно, что с увеличением математического ожидания числа попаданий вероятность поражения цели увеличивается. Однако вероятность поражения цели не пропорциональна математическому ожиданию числа попаданий в цель. При $a_n = 0{,}5$ получено $P_1 = 0{,}41$; с увеличением a_n в 2 раза P_1 увеличивается только в 1,5 раза; при увеличении a_n в 4 раза P_1 увеличивается только в 2 раза.

Рассмотрим, в какой степени вероятность поражения цели зависит от вероятности попадания при одном выстреле.

Возьмем еще один случай стрельбы, в котором значение математического ожидания числа попаданий одинаково с последним из рассмотренных выше, но вероятность попадания иная. По цели произведено 40 выстрелов, вероятность попадания при одном выстреле $p = 0{,}05$.

Математическое ожидание числа попаданий в цель

$$a_n = 40 \cdot 0{,}05 = 2 \text{ попаданиям.}$$

Вероятность поражения цели

$$P_1 = 1 - (1-0{,}05)^{40} = 1 - 0{,}95^{40} = 1 - 0{,}129 = 0{,}871, \text{ или } 87{,}1\%.$$

Сравним этот случай с последним из рассмотренных выше, когда при 20 выстрелах и $p=0{,}1$ была получена вероятность поражения $P_1 = 87{,}8\%$.

В обоих случаях математическое ожидание числа попаданий равно 2. Однако вероятность поражения цели в одном случае равна 87,1%, а в другом случае 87,8%. Значит, вероятность поражения цели зависит и от величины вероятности попадания в цель при одном выстреле.

В табл. 1 для сравнения показаны значения вероятности поражения цели в зависимости от вероятности попадания и от математического ожидания числа попаданий в цель.

Таблица 1

Вероятность поражения цели для различных значений p и a_n

Вероятность попадания p	МОЖ числа попаданий в одну фигуру a_n				
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
0,01	0,637	0,868	0,952	0,983	0,994
0,02	0,638	0,868	0,952	0,983	0,994
0,05	0,640	0,871	0,953	0,983	0,994
0,10	0,652	0,878	0,958	0,986	0,995
0,20	0,672	0,893	0,965	0,988	0,996
0,30	0,700	0,906	0,972	0,991	0,997
0,40	0,720	0,922	0,978	0,994	0 998
0,50	0,750	0,938	0,984	0,996	0,999
0,60	0,795	0,954	0,990	0,998	0,999

Таблица показывает незначительную разницу вероятности поражения цели при одинаковых математических ожиданиях числа попаданий, но различных значениях вероятности попадания в пределах до 0,30. Поэтому с целью упрощения расчетов, связанных с определением вероятности поражения цели, есть смысл пренебречь этой разницей и для всех случаев вычисления (когда вероятность попадания не превышает 0,30) принять готовую таблицу значений вероятности поражения цели в зависимости только от математического ожидания числа попаданий в цель при $p=0{,}1$ (см. табл. 4, приложение 4).

С помощью этой таблицы можно решать следующие задачи:

— по заданному количеству (расходу) патронов определять вероятность поражения цели;

— по заданной надежности, или вероятности поражения цели, определять количество патронов, необходимое для выполнения огневой задачи.

Определение вероятности поражения цели производится в следующем порядке:

а) Определить вероятность попадания в цель при одном выстреле.

б) По формуле (11) определить математическое ожидание a_n числа попаданий в цель при заданном числе выстрелов

$$a_n = np.$$

в) По табл. 4 (приложение 4) найти вероятность поражения цели P_1, соответствующую полученному значению математического ожидания числа попаданий a_n.

Пример. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей по грудной фигуре на расстоянии 600 *м*.

Определить вероятность поражения цели при 10 выстрелах, если средняя траектория совмещается с центром цели.

Решение.

а) $p = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) \Phi\left(\frac{z}{Bб}\right) K = \Phi\left(\frac{0{,}25}{0{,}26}\right) \Phi\left(\frac{0{,}25}{0{,}22}\right) \cdot 0{,}72 = \Phi(0{,}96)\,\Phi(1{,}14) \cdot 0{,}72 =$
$= 0{,}483 \cdot 0{,}558 \cdot 0{,}72 = 0{,}194$, или 19,4%.

б) $a_n = np = 10 \cdot 0{,}194 = 1{,}94$ попадания.

в) По табл. 4 (приложение 4) находим, что при $a_n = 1{,}94$ вероятность поражения цели $P_1 = 0{,}871$, или 87,1%.

Определение количества патронов для выполнения огневых задач по заданной надежности, или вероятности поражения цели, производится в следующем порядке:

а) Определить вероятность попадания в цель при одном выстреле.

б) По табл. 4 (приложение 4) найти значение математического ожидания числа попаданий в цель a_n, соответствующее заданной надежности, или вероятности поражения цели.

в) Полученное значение математического ожидания числа попаданий разделить на вероятность попадания в цель при одном выстреле согласно формуле (12).

Пример. Стрельба ведется из станкового пулемета по одиночной цели. Вероятность попадания $p = 0{,}05$. Определить количество патронов, необходимое для того, чтобы вероятность поражения цели была равна 0,95.

Решение. По табл. 4 (приложение 4) находим, что вероятности поражения цели 0,95 соответствует математическое ожидание числа попаданий

$$a_n = 2{,}84;$$

$$n = \frac{a_n}{p} = \frac{2{,}84}{0{,}05} = 57 \text{ патронам.}$$

Задачи

13. Вероятность попадания в цель $p = 0{,}12$. Определить вероятность поражения цели, если по ней будет произведено: а) 5 выстрелов; б) 10 выстрелов; в) 15 выстрелов; г) 20 выстрелов.

14. Вероятность попадания в цель $p = 0{,}08$. Определить количество патронов, необходимое для того, чтобы вероятность поражения цели была равна: а) 20%; б) 50%; в) 80%; г) 90%; д) 95%.

15. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей. Определить количество патронов, чтобы вероятность поражения цели была равна 95%, при следующих условиях.

Дальность стрельбы, *м*	Цель	Способ стрельбы	Положение средней траектории относительно центра цели
а) 400	Головная фигура	Огнем в точку	Совмещается с центром цели
б) 400	Грудная фигура за маской	С рассеиванием[1] по фронту на 10 *м*	Ось рассеивания проходит посредине цели

Средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой широкой цели при стрельбе с искусственным рассеиванием

Степень наносимого поражения при стрельбе по групповой цели определяется числом или процентом пораженных фигур, входящих в данную цель. Так, например, считают, что огонь на уничтожение групповой цели ведется с задачей поражения 80% фигур, огонь на подавление — 50% фигур.

Решая огневую задачу, стреляющий должен иметь представление о том, какова может быть степень поражения групповой цели при израсходовании того или иного количества боеприпасов; наоборот, имея задачей добиться той или иной степени поражения цели, стреляющий должен знать средний расход боеприпасов. Для этого необходимо определить математическое ожидание числа пораженных фигур, или средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели.

Предположим, что групповая цель состоит из одинаковых по размеру фигур и расположена на некотором рубеже, причем количество фигур нам неизвестно. Требуется определить, на какое количество пораженных фигур (в процентах) можно рассчитывать, если по данной цели будет произведено n выстрелов с равномерным искусственным рассеиванием пуль по всему рубежу, занятому фигурами.

Так как количество фигур, входящих в групповую цель, нам неизвестно, то свои расчеты мы можем построить только по отношению к одной какой-либо фигуре.

Предположим, что вероятность поражения этой фигуры (вероятность попадания хотя бы один раз) при n выстрелах равна 0,6, или 60%. Это означает, что в 60 случаях из 100 подобных стрельб данная фигура будет поражена одной или несколькими пулями, а в 40 случаях поражена не будет.

Пусть групповая цель состоит из 100 одинаковых фигур. Так как стрельба ведется с равномерным рассеиванием пуль по всей групповой цели, то вероятность поражения каждой фигуры будет одинакова и равна 60%. Тогда есть основание рассчитывать, что при n

[1] Рассеивание больше табличного в 1,75 раза.

выстрелах будет поражено 60 фигур, что составляет 0,6, или 60% от общего состава групповой цели.

Следовательно, **средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели при заданном числе выстрелов численно равен вероятности поражения одной какой-либо фигуры (в процентах) при том же числе выстрелов.**

Значит, для того чтобы определить средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели, достаточно определить вероятность поражения одной какой-либо фигуры. Полученный результат, выраженный в процентах, и будет окончательным решением этого вопроса.

Для того чтобы определить вероятность поражения одной какой-либо фигуры, нужно прежде всего знать вероятность попадания в эту фигуру.

Вероятность попадания в одну какую-либо фигуру в групповой широкой цели определяется подобно вероятности попадания в одиночную цель при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту, т. е. по формуле (8):

$$p = \frac{p_{2y}s}{2y\Phi p}.$$

Вероятность поражения одной какой-либо фигуры, так же как и одиночной цели, определяется по табл. 4 (приложение 4) соответственно полученному значению a_n.

Из формулы (11) известно, что

$$a_n = np.$$

Подставив в это выражение значение p, взятое из формулы (8), получим формулу определения a_n при стрельбе с рассеиванием по фронту

$$a_n = \frac{p_{2y}sn}{2y\Phi p}, \qquad (16)$$

где a_n — математическое ожидание числа попаданий в одну фигуру, входящую в групповую цель;

p_{2y} — вероятность попадания в полосу по высоте цели;

s — площадь одной фигуры;

n — количество патронов на всю групповую цель;

$2y$ — высота цели (одной фигуры);

Φp — фронт цели.

По полученному значению a_n в табл. 4 (приложение 4) находится вероятность поражения одной какой-либо фигуры в процентах; это и будет средним ожидаемым процентом поражения фигур в групповой цели.

Пример. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей с рассеиванием по фронту по грудным фигурам на фронте 30 *м*. Дальность стрельбы 500 *м*.

Определить средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой цели, если по ней будет израсходовано 100 патронов и средняя траектория пройдет посредине цели (посредине фигур).

Решение.

$Bв$ (увеличенное в 1,75 раза) составляет $0{,}19 \cdot 1{,}75 = 0{,}33$ *м*;
$2y = 0{,}50$ *м*; $y = 0{,}50 : 2 = 0{,}25$ *м*;
$s = 0{,}18$ *м*^{2};
$n = 100$ патронам;
$Фр = 30$ *м*.

Определяем:

$$p_{2y} = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}25}{0{,}33}\right) = \Phi(0{,}76) = 0{,}392;$$

$$a_n = \frac{p_{2y}\, sn}{2yФр} = \frac{0{,}392 \cdot 0{,}18 \cdot 100}{0{,}50 \cdot 30} = 0{,}47.$$

По табл. 4 (приложение 4) находим: вероятность поражения одной какой-либо фигуры при $a_n = 0{,}47$ равна округленно 0,39, или 39%.

Следовательно, средний ожидаемый процент поражения фигур равен 39%.

Мы рассмотрели способ определения среднего ожидаемого процента поражения фигур в групповой цели при том или ином расходе патронов.

Для теоретического обоснования правил стрельбы приходится решать обратные задачи, т. е. определять средний расход патронов на ту или иную цель по заданной степени ее поражения.

Из формулы (16) можно получить формулу для определения среднего количества патронов n, необходимого для поражения групповой цели:

$$n = \frac{a_n 2yФр}{p_{2y} s}, \qquad (17)$$

где a_n находится по табл. 4 (приложение 4) соответственно заданной степени поражения групповой цели.

Пример. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей с рассеиванием по фронту по бегущим фигурам на фронте 50 *м*. Дальность стрельбы 900 *м*. Горизонтальная ось рассеивания проходит посредине высоты цели.

Определить среднее количество патронов, необходимое для поражения 50% фигур.

Решение.

$a_n = 0{,}66$ (по табл. 4 в приложении 4 для поражения 50%);
$Bв$ (увеличенное в 1,75 раза) составляет $0{,}35 \cdot 1{,}75 = 0{,}61$ *м*;
$2y = 1{,}50$ *м*; $y = 1{,}50 : 2 = 0{,}75$ *м*;
$s = 0{,}6$ *м*^{2};
$Фр = 50$ *м*.

Определяем:

$$p_{2y} = \Phi\left(\frac{y}{Bв}\right) = \Phi\left(\frac{0{,}75}{0{,}61}\right) = \Phi(1{,}23) = 0{,}59;$$

$$n = \frac{a_n 2yФр}{p_{2y}\, s} = \frac{0{,}66 \cdot 1{,}5 \cdot 50}{0{,}59 \cdot 0{,}6} = 140 \text{ патронам}.$$

Задачи

16. Стрельба ведется из станкового пулемета легкой пулей по групповой широкой цели с рассеиванием по фронту. Определить средний процент поражения фигур в групповой цели при следующих условиях:

Дальность стрельбы, м	Цель	Количество патронов	Средняя траекторня проходнт
а) 300	Головные фигуры на фронте 30 м	80	По нижнему краю цели
б) 400	Грудные фигуры на фронте 40 м	100	Посредине цели
в) 600	Грудные фигуры на фронте 50 м	300	По нижнему краю цели
г) 800	Бегущие фигуры на фронте 100 м	500	Посредине цели

Примечание. Рассеивание по высоте увелнчивать против табличного в 1,75 раза.

17. Стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей по групповой широкой цели с рассеиванием по фронту. Определить количество патронов для выполнения огневой задачи при следующих условиях:

Дальность стрельбы, м	Цель	Заданная степень пораженнн цели	Средняя траекторня проходнт
а) 400	Головные фигуры на фронте 40 м	50%	По нижнему краю цели
б) 300	Грудные фигуры на фронте 50 м	80%	Посредине цели
в) 500	Грудные фигуры на фронте 80 м	50%	По нижнему краю цели
г) 600	Бегущие фигуры на фронте 30 м	50%	Посредине цели
д) 900	Грудные фигуры на фронте 100 м	20%	По нижнему краю цели
е) 1000	Ростовые фигуры на фронте 60 м	50%	Посредине цели

Примечание. Рассеивание по высоте увеличивать против табличного в 1,75 раза.

Глава 6

СТРЕЛЬБА ПО ОДИНОЧНЫМ НЕПОДВИЖНЫМ ЦЕЛЯМ

Одиночными неподвижными целями для станковых пулеметов являются открытые огневые точки, командиры, наблюдатели, снайперы, связные (во время коротких остановок).

При определении установок прицела и целика для стрельбы используются подготовленные по ориентирам и рубежам данные. Если таких данных нет, установки прицела и целика определяются непосредственно по цели с учетом расстояния до нее и бокового ветра. Влияние температуры воздуха учитывается при стрельбе на расстояния от 500 *м* и больше и только в тех случаях, когда температура отклоняется от нормальной не менее чем на 20° (выше +35° или ниже —5°).

Точка наводки при стрельбе по наблюдаемым одиночным целям выбирается, как правило, посредине нижнего края цели, а по высоким целям (фигуры в рост) при стрельбе на расстояниях до 400 *м* — в центре цели.

Стрельба ведется наводчиком по команде командира или самостоятельно (порядок подачи команд указан в главе 3).

Корректирование огня скачками в одно деление прицела (кольца)

При стрельбе на исходных установках прицела и целика, полученных в результате подготовки данных, средняя траектория всегда будет иметь какое-то отклонение от центра цели. Это явление обусловливается неизбежностью большого количества ошибок, которыми сопровождается стрельба.

Основной причиной отклонения средней траектории от центра цели являются ошибки измерения расстояния до целей и ошибки учета метеорологических условий (температуры воздуха и бокового ветра).

Устранить ошибки полностью невозможно, но их можно уменьшить, применяя более точные методы подготовки данных. Чем точнее определены установки прицела и целика, тем быстрее и надежнее будет поражена цель. Самым точным методом определения установок прицела и целика является сама стрельба. Во время стрельбы командир отделения (взвода) с помощью наблюдателя

следит за падением основной массы пуль относительно цели и, если нужно, корректирует огонь, внося изменения в установки прицела и целика.

Наблюдение за падением пуль производится по рикошетам или по поведению противника. Наблюдение значительно облегчается при стрельбе патронами с трассирующими пулями, которые снаряжаются в ленту вперемежку с обычными патронами в соотношении 1 : 3 или 1 : 4. В этом случае, чтобы лучше наблюдать за трассами пуль, командир отделения (взвода) должен находиться несколько в стороне от пулемета.

Корректирование огня по боковому направлению производится на основании измеренных отклонений снопа траекторий от цели (в тысячных). На сколько тысячных отклоняется центр падения пуль вправо (влево) от середины цели, на столько нужно передвинуть целик левее (правее) прежней установки.

Основной способ корректирования огня по дальности — **скачками в одно деление прицела** (кольца). Сущность этого способа заключается в следующем. Стрельба начинается огнем в точку с прицелом, соответствующим измеренному расстоянию до цели. Если получен недолет (перелет), то независимо от его величины на местности стрельба продолжается с последовательным увеличением (уменьшением) установки прицела на одно деление до тех пор, пока цель не будет накрыта сердцевиной рассеивания. В некоторых случаях при такой стрельбе цель может оказаться в промежутке между двумя смежными сердцевинами рассеивания, т. е. будет получена одноделенная вилка. В таких случаях, если цель не поражена, стрельба ведется с прицелом, отвечающим середине вилки.

Пример. Дальность стрельбы 900 *м* (определена на глаз). Цель — открытая огневая точка. Ветер слева 6 *м/сек* под углом 90°.

Команда: **«Горелое дерево, влево тридцать — пулемет, девять, тяжелая, целик влево четыре».**

Помощник наводчика докладывает: **«Готово».**

Команда: **«(Количество патронов) — огонь».**

Наблюдение: Перелет, влево два.

Команда: **«Восемь, целик правее два — огонь».**

Наблюдение: Перелет.

Команда: **«Семь — огонь».**

Наблюдение: Хорошо.

Если цель не поражена, подается команда **«Огонь»**; по этой команде стрельба повторяется с теми же установками прицельных приспособлений указанным ранее количеством патронов.

Способ корректирования огня скачками в одно деление прицела (кольца) весьма прост, так как не требует определения величины недолета (перелета), а поэтому исключает всякие расчеты по определению поправок в установку прицела (кольца).

Надежность и экономичность стрельбы при корректировании огня скачками в одно деление прицела. Как показывает практика, рассматриваемый способ корректирования огня является надежным и экономичным в отношении расхода патронов для выполнения огне-

вых задач. Для того чтобы доказать это теоретическими расчетами, рассмотрим последовательно следующие вопросы:

1. Характер распределения пуль по дальности при стрельбе скачками в одно деление прицела.

2. Математическое ожидание числа очередей для накрытия цели поражаемой площадью.

3. Независимость числа скачков от рельефа местности в районе расположения цели.

1. Характер распределения пуль по дальности при стрельбе скачками в одно деление прицела. При обосновании правил стрельбы из станковых пулеметов обычно учитывают только те пули, которые приходятся на сердцевинную полосу рассеивания, поэтому 30% всех выпущенных пуль, которые окажутся вне *Сд*, отбрасываются и в расчет не принимаются. К этому есть некоторые основания, если рассматривать распределение пуль по дальности при стрельбе только с одной установкой прицела. Но при стрельбе скачками в одно деление прицела эллипсы рассеивания частично перекрываются и плотность падения пуль увеличивается, поэтому необходимо учитывать и те пули, которые окажутся в промежутках между смежными сердцевинными полосами рассеивания по дальности.

Рассмотрим характер распределения пуль по дальности, если на каждом из прицелов 6, 7, 8, 9 и 10 будет выпущено одинаковое число пуль (точка прицеливания одна и та же). Очевидно, что средние траектории расположатся по линии прицеливания через каждые 100 *м*, т. е. соответственно на расстояниях 600, 700, 800, 900 и 1000 *м*. Так как полное рассеивание по дальности (8 *Вд*) при стрельбе на каждом из указанных прицелов значительно больше 100 *м*, то площади рассеивания смежных прицелов взаимно перекроются, плотность падения пуль в промежутках между сердцевинными полосами рассеивания по дальности при этом увеличится.

Для того чтобы суммировать плотность падения пуль в местах перекрытия площадей рассеивания, разобьем по дальности каждую из этих площадей (соответствующих прицелам 6, 7, 8, 9 и 10) на равные участки и рассчитаем распределение пуль по этим участкам. Пусть глубина каждого участка будет 20 *м*. Технику расчета покажем на примере для дальности 800 *м* (при стрельбе с прицелом 8). Стрельба ведется легкой пулей.

В верхней части рис. 23 показана шкала рассеивания с точностью до 1 *Вд*, равного 22 *м*, в нижней части — участки глубиной 20 *м* и процентное распределение пуль по дальности по этим участкам.

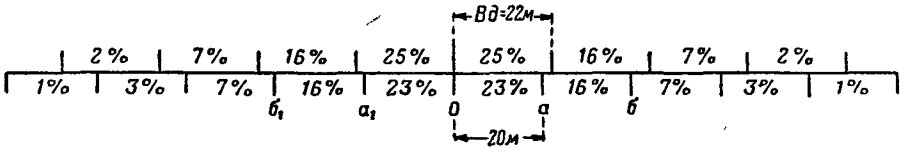

Рис. 23. Распределение пуль по дальности на участках, равных 22 *м* (1 *Вд*) и 20 *м*

Распределение пуль по дальности по участкам в 20 *м* рассчитано как вероятность попадания в каждый из этих участков по таблице величин Ф (β) (табл. 3, приложение 3).

Так, например, вероятность попадания в участок *Оа* (или в участок $Оа_1$).

$$p=\frac{1}{2}\Phi(\beta)=\frac{1}{2}\Phi\left(\frac{x}{Вд}\right)=\frac{1}{2}\Phi\left(\frac{20}{22}\right)=$$

$$=\frac{1}{2}\Phi(0{,}91)=0{,}23,\text{ или }23\%;$$

вероятность попадания в участок *аб* (или в участок $а_1б_1$)

$$p=\frac{1}{2}[\Phi(\beta_2)-\Phi(\beta_1)]=\frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{40}{22}\right)-\Phi\left(\frac{20}{22}\right)\right]=$$

$$=\frac{1}{2}[\Phi(1{,}82)-\Phi(0{,}91)]=\frac{1}{2}(0{,}780-0{,}461)=0{,}16,$$

или 16%, и т. д.

На рис. 24 в условном масштабе показаны площади рассеивания, соответствующие прицелам 6, 7, 8, 9 и 10. Распределение пуль по дальности по участкам в 20 *м* в каждой из этих площадей рассчитано указанным выше способом. В том же масштабе показаны промежутки между центрами рассеивания, равные 100 *м* каждый, и сердцевинные полосы рассеивания по дальности (площади рассеивания для ясности смещены вниз).

Положим, что на каждом прицеле выпущено 100 пуль. В нижней строке рис. 24 показано распределение пуль по участкам в 20 *м* с учетом перекрытия площадей рассеивания и обозначены сердцевинные полосы рассеивания по дальности. Из рисунка видно, что на участки в 20 *м*, находящиеся между сердцевинными полосами рассеивания по дальности, приходится несколько меньше пуль, чем на такие же участки в пределах сердцевинных полос рассеивания. Однако разница невелика и не дает основания пренебрегать теми пулями, которые оказываются в промежутках между сердцевинными полосами рассеивания.

Допустим, что при стрельбе с прицелом 9 получен недолет, стрельба ведется с прицелом 10. Из рис. 24 видно, что на участок *аб* (примыкающий к средней траектории прицела 9) приходится пуль в 2 раза больше, чем на участок *вг* (находящийся между сердцевинными полосами). Однако было бы неправильным считать, что вероятность поражения цели при нахождении ее на участке *аб* будет больше, чем на участке *вг*, также в 2 раза. Положим, что цель находится на участке *аб* (см. рис. 24). Пусть при *n* выстрелах вероятность поражения цели $P_1=90$—95%, в среднем 92,5%. Согласно табл. 4 (приложение 4) такая вероятность поражения цели будет в том случае, когда математическое ожидание числа попаданий в цель $a_n=2{,}44$. Если же цель окажется на участке *вг* (где количе-

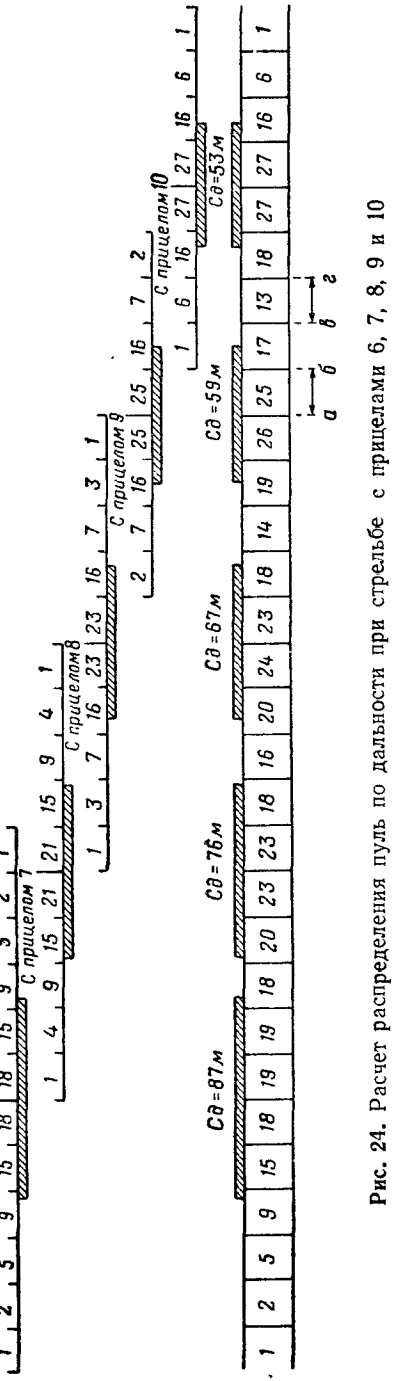

Рис. 24. Расчет распределения пуль по дальности при стрельбе с прицелами 6, 7, 8, 9 и 10

ство пуль будет меньше, чем на участке *аб*, в 2 раза), математическое ожидание числа попаданий в цель $a_п$ будет меньше, чем на участке *аб*, также в 2 раза и составит 2,44 : 2 = 1,22 попадания. По табл. 4 (приложение 4) находим, что при $a_п = 1{,}22$ вероятность поражения цели $P_1 = 72\%$.

Мы определили вероятность поражения цели при нахождении ее между сердцевинными полосами рассеивания на дальностях 900 и 1000 *м*, которые можно считать предельными для станковых пулеметов. С уменьшением дальности стрельбы разница в вероятностях поражения цели при нахождении ее в пределах сердцевины рассеивания и в пределах промежутка между двумя смежными сердцевинами постепенно уменьшается. Если применить тот же метод расчета, получим, что вероятность поражения цели при нахождении ее между сердцевинами рассеивания при стрельбе с прицелами 8 и 9 равна 78%, с прицелами 7 и 8 равна 83% и с прицелами 6 и 7 равна 89%. Эти цифры получаются при условии, если на каждом прицеле выпускается такое количество пуль, чтобы при нахождении цели в пределах сердцевины рассеивания вероятность ее поражения была равна 90—95%.

На основании произведенных расчетов можно считать, что при достаточном числе выстрелов на каждом прицеле цель может быть поражена не только в случае накрытия ее сердцевиной рассеивания, но и в случае нахождения ее между двумя смежными сердцевинами

рассеивания, т. е. на середине одноделенной вилки. Поэтому корректирование огня скачками в одно деление прицела (кольца) можно представить как последовательное и сплошное (без промежутков) наращивание поражаемой площади в направлении плоскости стрельбы.

На рис. 25 показано распределение пуль по дальности при стрельбе с прицелом 8, а затем 9 и 10. Если цель принять за точку, то при стрельбе с прицелом 8 глубину поражаемой площади можно считать равной сердцевинной полосе рассеивания по дальности.

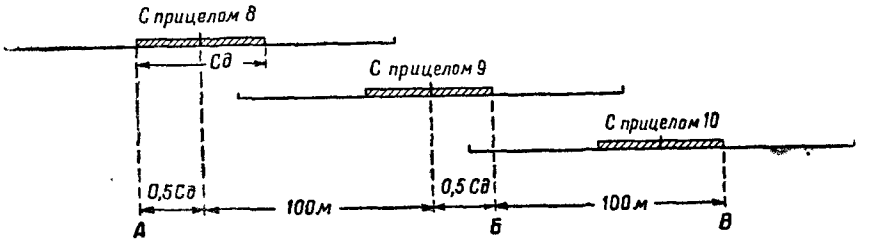

Рис. 25. Глубина поражаемой площади при стрельбе с прицелами 8, 9 и 10

Положим, что получен недолет и дана очередь с прицелом 9. Глубина поражаемой площади $АБ$ будет равна 100 $м + Сд$ (по 0,5 $Сд$ с прицелами 8 и 9). Если при стрельбе с прицелом 9 получим опять недолет, то после стрельбы с прицелом 10 глубина поражаемой площади увеличится еще на 100 $м$ (до точки $В$) и т. д.

Таким образом, при стрельбе с исходной установкой прицела глубина поражаемой площади равна сердцевинной полосе рассеивания по дальности; при стрельбе с каждой последующей установкой прицела (через одно деление) она увеличивается на 100 $м$.

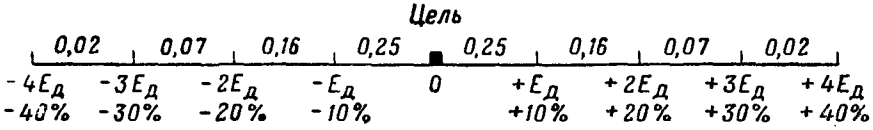

Рис. 26. Шкала ошибок

2. Математическое ожидание числа очередей. На основании закона ошибок произведем расчет среднего числа очередей при корректировании огня скачками в одно деление прицела, имея задачей накрыть цель поражаемой площадью. При этом будем считать, что на каждой установке прицела дается одна очередь.

На рис. 26 изображена шкала ошибок, когда истинное значение измеряемого расстояния до цели (в метрах) не обусловлено, известна только относительная величина срединной ошибки $E_д = 10\%$ расстояния.

Эта шкала позволяет судить о величине и вероятности возможных ошибок, выраженных в процентах (но не в метрах) по отноше-

нию к истинному значению измеряемого расстояния. Так, например, вероятность ошибки в пределах от 0 до +10% (от 0 до +1 $E_д$) по отношению к истинному значению измеряемого расстояния равна 0,25, в пределах от 0 до —20% (от 0 до — 2 $E_д$) равна 0,25+0,16= =0,41 и т. д.

Положим, что истинное расстояние до цели известно и равно 800 *м*. Если срединная ошибка $E_д$=10% расстояния, что составляет 80 *м*, то шкала ошибок может иметь такой вид, как показано на рис. 27.

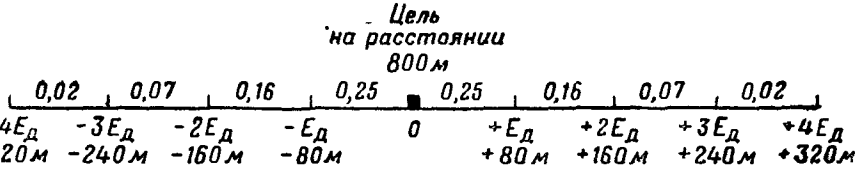

Рис. 27. Шкала ошибок. Истинное расстояние до цели 800 *м*

Рассматривая эту шкалу, мы можем судить о вероятности получения ошибок, выраженных в метрах.

До начала стрельбы стреляющий измеряет расстояние до цели с какой-то ошибкой. На основании полученного результата измерения он устанавливает прицел и открывает огонь. В зависимости от того, какая будет допущена ошибка — положительная или отрицательная, и от величины ее средняя траектория при стрельбе может оказаться в любой точке шкалы. Следовательно, эта шкала ошибок позволяет судить о том, с какой вероятностью средняя траектория может оказаться в любых заданных пределах по отношению к цели. Так, например, вероятность того, что средняя траектория окажется в пределах от 0 до +80 *м* (от 0 до +1 $E_д$), равна 0,25, в пределах от 0 до — 160 *м* (от 0 до — 2 $E_д$) — 0,25+0,16=0,41 и т. д.

В рассмотренном примере мы обусловили, что истинное расстояние до цели известно и равно 800 *м*. Однако до начала стрельбы стреляющий не может знать истинного расстояния до цели, так как он располагает только результатом измерения; поэтому и рассуждения наши построим несколько иначе. Положим, что при измерении расстояния глазомером получен результат 800 *м*. Если известно, что срединная ошибка измерения равна 10% по отношению к истинному расстоянию, то и при такой постановке вопроса мы можем построить шкалу ошибок. Но так как стреляющий располагает только результатом измерения (800 *м*), то за начало отсчета ошибок мы должны взять не цель (как на рис. 27), а положение средней траектории при стрельбе с прицелом 8.

Но при этом возникает вопрос: какова должна быть величина срединной ошибки в метрах? Дело в том, что срединная ошибка исчисляется по отношению не к результату измерения, а к истинному значению измеряемого расстояния.

Для того чтобы решить этот вопрос, будем рассуждать так. При стрельбе с прицелом 8 средняя траектория может занять любое положение в пределах шкалы, изображенной на рис. 26. Она может оказаться дальше или ближе цели в любых возможных пределах. Если эти два предела равны и одинаково удалены от цели, вероятность появления в них средней траектории одинакова. Положим, что средняя траектория окажется ближе цели, значит, истинное расстояние до цели больше 800 *м*, поэтому и срединная ошибка должна быть больше 80 *м*. Наоборот, если средняя траектория окажется дальше цели, то срединная ошибка должна быть меньше 80 *м*. На основании этого рассуждения мы можем взять среднее значение срединной ошибки, равное 80 *м*. Шкала ошибок в этом случае будет иметь такой вид, как показано на рис. 28.

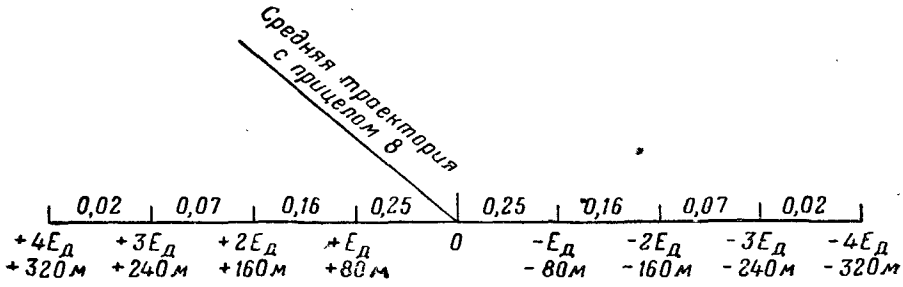

Рис. 28. Шкала ошибок. Результат одного измерения 800 *м*

При сравнении рис. 27 и 28 видно, что в том и другом случае величина ошибки в метрах определяется отрезком, с одной стороны которого находится цель, а с другой — место положения средней траектории. Различие этих двух шкал только в том, что за начало отсчета ошибок на рис. 27 взята цель, а на рис. 28 — средняя траектория при стрельбе с прицелом 8, поэтому в последнем случае положительные ошибки показаны в левой части, а отрицательные — в правой части шкалы. Несмотря на это различие, существо дела при этом не меняется.

Пользуясь шкалой, показанной на рис. 28, определим вероятность накрыть цель поражаемой площадью с первой, со второй, с третьей и т. д. очереди, при этом цель принимаем за точку.

С первой очереди цель может быть накрыта поражаемой площадью при стрельбе на исходном прицеле 8 в том случае, если ошибка определения расстояния до цели не превышает 0,5 *Сд* в ту или другую сторону, т. е. если эта ошибка окажется в пределах *АБ* (рис. 29). Вероятность получения ошибки в этих пределах

$$p = \Phi(\beta) = \Phi\left(\frac{0{,}5Cд}{E_д}\right) = \Phi\left(\frac{33{,}5}{80}\right) = \Phi(0{,}42) = 0{,}22, \text{ или } 22\%.$$

Вероятность того, что цель будет накрыта поражаемой площадью с первой очереди на исходном прицеле, равна 22%.

Со второй очереди цель может быть накрыта поражаемой площадью, если ошибка окажется в пределах *БВ* (случай, когда с прицелом 8 был недолет) или в пределах *ГА* (случай, когда с прицелом 8 был перелет). Сумма вероятностей получения ошибки в двух указанных пределах и будет вероятностью накрытия цели поражаемой площадью со второй очереди.

Вероятность получения ошибки в пределах *БВ*

$$p=\frac{1}{2}[\Phi(\beta_2)-\Phi(\beta_1)]=\frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{100+0{,}5\,C\partial_{900}}{E_д}\right)-\Phi\left(\frac{0{,}5\,C\partial_{800}}{E_д}\right)\right]=$$

$$=\frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{100+29{,}5}{80}\right)-\Phi\left(\frac{33{,}5}{80}\right)\right]=\frac{1}{2}[\Phi(1{,}62)-$$

$$-\Phi(0{,}42)]=\frac{1}{2}(0{,}725-0{,}223)=0{,}251.$$

Вероятность получения ошибки в пределах *ГА*

$$p=\frac{1}{2}[\Phi(\beta_2)-\Phi(\beta_1)]=\frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{100+0{,}5\,C\partial_{700}}{E_д}\right)-\Phi\left(\frac{0{,}5\,C\partial_{800}}{E_д}\right)\right]=$$

$$=\frac{1}{2}\left[\Phi\left(\frac{100+38}{80}\right)-\Phi\left(\frac{33{,}5}{80}\right)\right]=\frac{1}{2}[\Phi(1{,}72)-\Phi(0{,}42)]=$$

$$=\frac{1}{2}(0{,}754-0{,}223)=0{,}266.$$

Сумма вероятностей получения ошибки в пределах *БВ* и *ГА*, или вероятность накрытия цели поражаемой площадью со второй очереди, равна

$$0{,}251+0{,}266=0{,}52, \text{ или } 52\%.$$

Вероятность накрытия цели поражаемой площадью с третьей и четвертой очереди находим таким же способом.

В итоге расчетов мы получим: вероятность накрытия цели поражаемой площадью с первой очереди (с прицелом 8) равна 0,22, или 22%; со второй очереди (с прицелом 9 или 7) — 0,52, или 52%; с третьей очереди (с прицелом 10 или 6) — 0,21, или 21%; с четвертой очереди (с прицелом 11 или 5) — 0,05, или 5%.

Это означает, что в 22 случаях из 100 подобных стрельб цель будет накрыта поражаемой площадью с первой очереди, в 52 случаях — со второй очереди, в 21 случае — с третьей очереди, в 5 случаях — с четвертой очереди.

На основании этих данных мы можем определить математическое ожидание числа очередей для накрытия цели поражаемой площадью.

Математическое ожидание числа очередей $(x)=x_1p_1+x_2p_2+\ldots+x_np_n=1\cdot 0{,}22+2\cdot 0{,}52+3\cdot 0{,}21+4\cdot 0{,}05=0{,}22+1{,}04+0{,}63+0{,}20=2{,}1$ очереди.

Итак, мы определили, что при стрельбе с исходным прицелом 8, т. е. когда измеренная дальность до цели равна 800 *м*, математическое ожидание числа очередей при корректировании огня скачками в одно деление прицела равно 2,1.

Точно так же можно определить математическое ожидание числа очередей для других интересующих нас дальностей. При этом мы получим: при стрельбе на исходном прицеле 6 математическое ожидание числа очередей равно 1,7; на прицеле 7—1,9; на прицеле 8—2,1; на прицеле 9—2,2; на прицеле 10—2,4.

Примем, что стрельба на указанных исходных прицелах будет иметь одинаковую частоту. Тогда математическое ожидание числа очередей для накрытия цели поражаемой площадью при стрельбе на расстояниях в пределах 600—1000 *м* можно найти как среднее арифметическое из математических ожиданий числа очередей для каждого исходного прицела, т. е.

$$\text{МОЖ числа очередей} = (1{,}7 + 1{,}9 + 2{,}1 + 2{,}2 + 2{,}4) : 5 = 2.$$

Это означает следующее: при корректировании огня скачками в одно деление прицела (кольца) цель может быть накрыта поражаемой площадью с первой, второй (и более) очереди, но при большом количестве таких стрельб в среднем на одну цель придется две очереди.

Мы исследовали корректирование огня скачками в одно деление прицела. Такая величина скачка является наиболее выгодной. Корректирование огня скачками в половину деления прицела или в два деления потребует большего

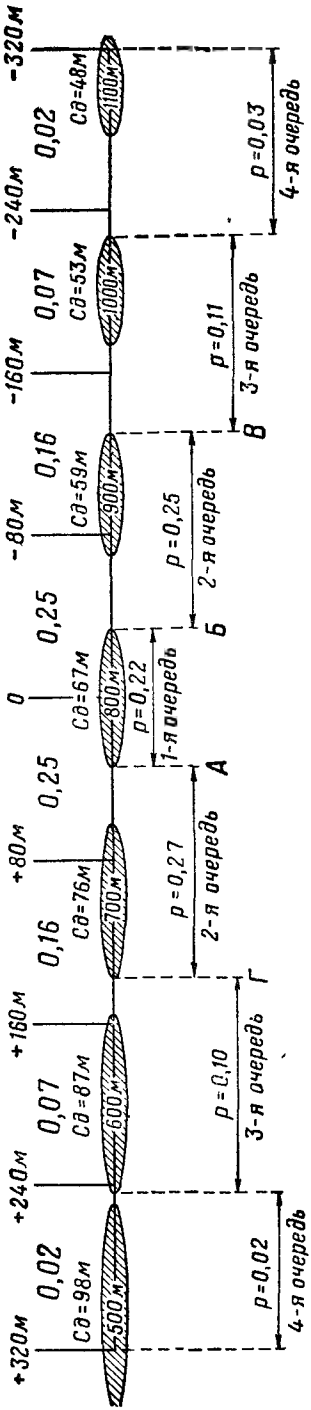

Рис. 29. Вероятность накрыть цель поражаемой площадью при стрельбе с первой, второй, третьей, четвертой очереди

количества очередей для решения огневой задачи. Это можно доказать, не делая никаких сложных расчетов. При стрельбе скачками в одно деление прицела мы получаем сплошную поражаемую площадь (без промежутков) в направлении плоскости стрельбы, поэтому нет смысла уменьшать скачки до половины деления прицела. При стрельбе скачками в половину деления прицела глубина поражаемой площади будет увеличиваться после каждого скачка не на 100 *м*, а только на 50 *м*, поэтому математическое ожидание числа очередей для решения огневой задачи будет значительно больше, чем при стрельбе скачками в одно деление прицела.

При стрельбе скачками в два деления прицела не получится сплошной поражаемой площади и цель часто будет попадать в промежуток между двумя снопами траекторий. Для того чтобы поразить цель в таких случаях, придется вести стрельбу на промежуточном прицеле. Математическое ожидание числа очередей при такой стрельбе будет больше, чем при стрельбе скачками в одно деление прицела.

Таким образом, мы приходим к следующему выводу: **способ корректирования огня скачками в одно деление прицела является не только простым, но и экономичным в смысле расхода патронов, а следовательно, и времени на выполнение огневых задач.** При достаточной длине очереди на каждом прицеле огневая задача в подавляющем большинстве случаев будет выполнена не более чем двумя очередями.

Теоретическое обоснование способа корректирования огня скачками можно упростить, если допустить некоторую неточность и считать, что при стрельбе на любое расстояние в пределах 600—1000 *м* сердцевинная полоса рассеивания по дальности равна (в среднем) 75 *м*, а *Вд* — 25 *м*.

Такое допущение облегчает расчеты, так как каждый 100-метровый отрезок, соответствующий скачку в одно деление прицела, равен 4 *Вд*. Распределение пуль по дальности при стрельбе скачками будет таким, как показано на рис. 30.

Положим, что цель находится на участке *аб*, на который приходится 27 пуль. Пусть в этом случае при *n* выстрелах в каждой очереди вероятность поражения цели P_1 =92,5% (в среднем). Согласно табл. 4 (приложение 4) такая вероятность поражения цели будет в том случае, когда математическое ожидание числа попаданий в цель a_n =2,44. Если же цель окажется между сердцевинами рассеивания на участке *вг*, на который приходится 23 пули, то математическое ожидание числа попаданий в цель будет меньше 2,44 во столько раз, во сколько 23 меньше 27, т. е. $a_n = 2{,}44\frac{23}{27} = 2{,}08$ попадания. По табл. 4 (приложение 4) находим, что при a_n=2,08 вероятность поражения цели P_1 =89%. Таким образом, мы видим, что огневая задача может быть успешно выполнена и в том случае, если цель окажется между сердцевинами рассеивания.

Наглядное изображение расчета математического ожидания числа очередей показано на рис. 31, где шкала ошибок дана с точностью до 0,25 $E_д$, что для расстояния 800 *м* составляет 20 *м*. Это дает возможность без применения формул подсчитать вероятность накрыть цель поражаемой площадью. Для этого надо подсчитать сумму вероятностей на тех участках, которые накрываются поражаемой площадью при стрельбе с тем или иным прицелом. Так, например, по шкале ошибок видно, что вероятность накрыть цель поражаемой площадью с первой очереди выстрелов (с прицелом 8) равна 0,058+0,067+0,067+0,058=0,250, или 25%. Продолжая подобные расчеты, получим: вероятность накрыть цель со второй очереди (с прицелом 7 или 9) равна 0,252+0,252=0,504, с третьей оче-

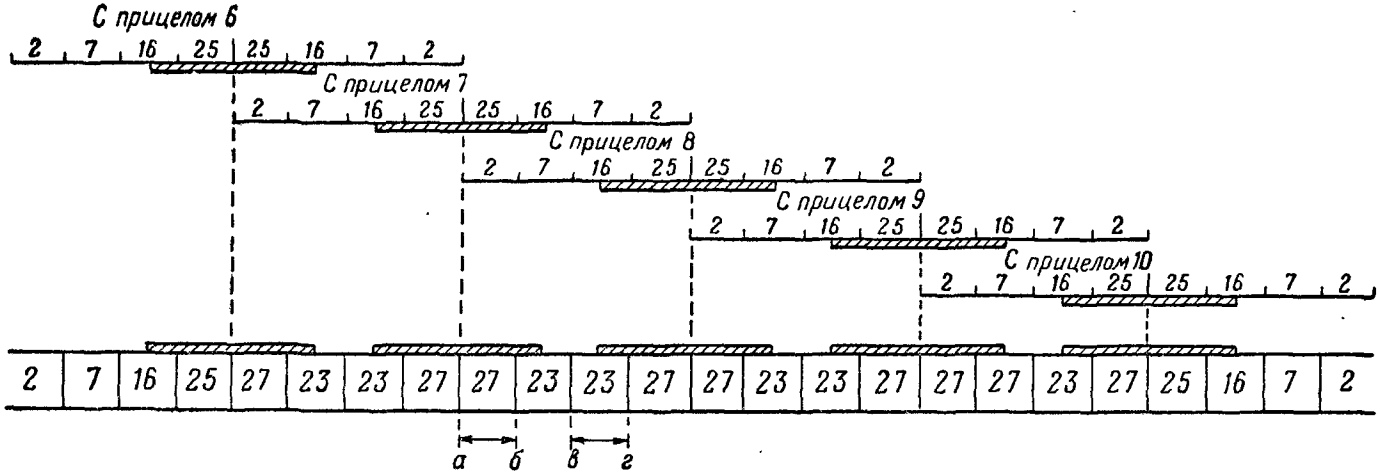

Рис. 30. Расчет распределения пуль по дальности при стрельбе с прицелами 6, 7, 8, 9 и 10

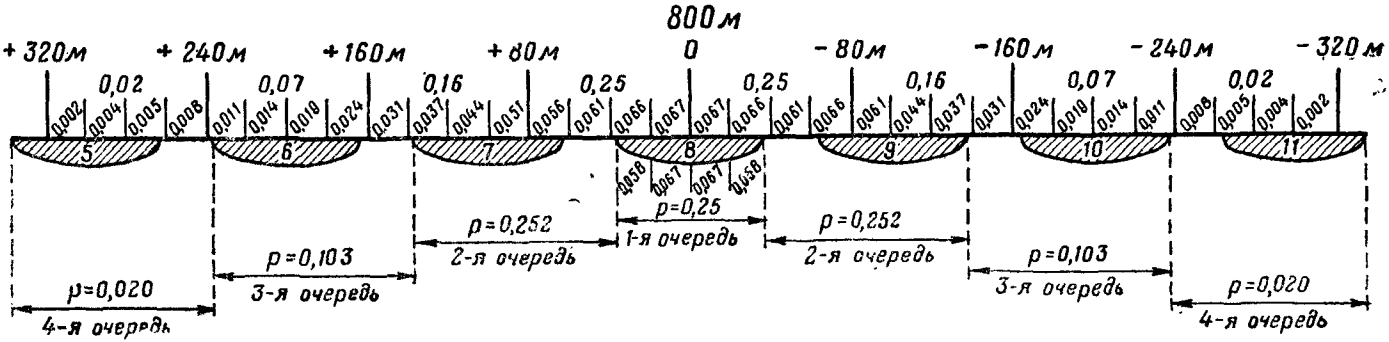

Рис. 31. Вероятность накрыть цель поражаемой площадью при стрельбе с первой, второй, третьей, четвертой очереди

реди (с прицелом 6 или 10) — 0,103+0,103=0,206, с четвертой очереди (с прицелом 5 или 11) — 0,020+0,020=0,040.

Математическое ожидание числа очередей

$$(x) = x_1p_1 + x_2p_2 + \ldots + x_np_n = 1 \cdot 0{,}250 + 2 \cdot 0{,}504 + \\ + 3 \cdot 0{,}206 + 4 \cdot 0{,}040 \approx 2 \text{ очередям.}$$

Такой результат мы получаем при стрельбе с исходным прицелом 8. При стрельбе на меньшие расстояния математическое ожидание числа очередей будет меньше двух, а на большие расстояния — больше двух. В среднем можно считать, что при стрельбе скачками в одно деление прицела на расстояния 600—1000 *м* математическое ожидание числа очередей равно 2.

3. Независимость числа скачков от рельефа местности. Корректирование огня скачками рассматривалось при стрельбе на ровной местности (рис. 32, *а*) или в условиях, когда поверхность местности у цели совпадает с линией прицеливания (рис. 32, *б, в*). Поэтому мы считали, что при скачке в одно деление

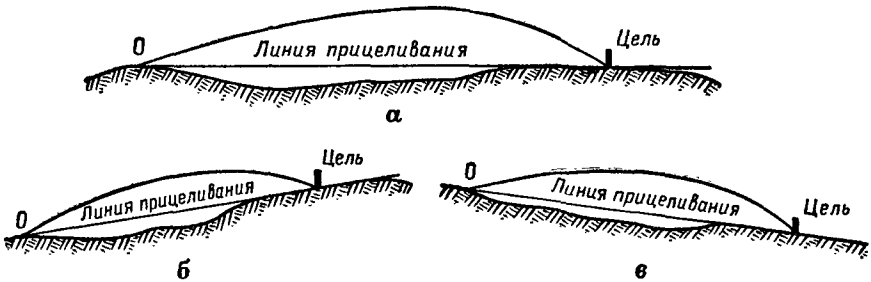

Рис. 32. Случаи стрельбы, когда поверхность местности, на которой расположена цель, совпадает с линией прицеливания

прицела средняя траектория перемещается по дальности на 100 *м*, а сердцевинные полосы рассеивания по дальности соответствуют табличным данным.

В большинстве случаев поверхность местности, на которой расположена цель, будет составлять некоторый угол с линией прицеливания. Очевидно, это будет тогда, когда цель находится на встречном скате (рис. 33, *а*) или когда имеется отрицательный угол места

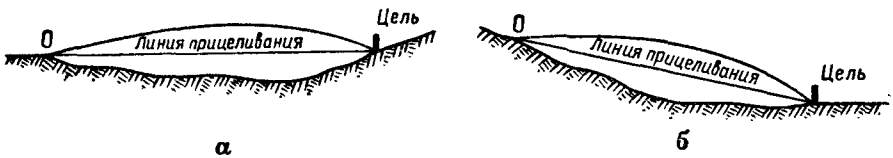

Рис. 33. Случаи стрельбы, когда поверхность местности, на которой расположена цель, составляет с линией прицеливания некоторый угол

цели (рис. 33, *б*). В таких случаях при скачке в одно деление прицела средняя траектория перемещается по местности не на 100 *м*, а на меньшее расстояние, сердцевинные полосы рассеивания по дальности тоже будут меньше, чем указано в таблицах.

Однако правила корректирования огня скачками в одно деление прицела справедливы для стрельбы на любой местности, независимо от рельефа, если угол места цели не более 10—15°, т. е. если справедливо начало жесткости траектории. Это доказывается следующим образом. На рис. 34 изображена цель, точное расстояние до которой равно 1000 *м*. По данным таблицы «Превышения средней траектории над линией прицеливания» для пули обр. 1930 г. изображены в условном масштабе средние траектории при стрельбе с разными установками прицела, отвечающие разным ошибкам определения расстояния до цели. Так, например, средняя траектория с прицелом 10 отвечает случаю, когда стреляющий определил расстояние до цели правильно; средняя траектория с прицелом 12 — когда стреляющий ошибся в определении расстояния в бо́льшую сторону на 200 *м;* средняя траектория с прицелом 9 — когда стреляющий ошибся в определении расстояния в меньшую сторону на 100 *м* и т. д. В соответствии с масштабом превышения траекторий и с масштабом дальности (масштаб превышения траекторий крупнее масштаба дальности в 5 раз) изображено два встречных ската крутизной 1°30′ и 3°.

Рассмотрим несколько случаев стрельбы с разными ошибками в определении расстояния до цели. Положим, что стреляющий определил расстояние правильно и открыл огонь с прицелом 10. Независимо от того, где расположена цель, т. е. на ровной местности (по линии прицеливания) или на скате любой крутизны, она одинаково будет накрыта снопом траекторий, так как соотношение размеров площади рассеивания в вертикальной плоскости к площади цели не зависит от того, на какой местности расположена цель. То, что сердцевинная полоса рассеивания по дальности на встречном скате меньше, чем по линии прицеливания, при стрельбе по одиночным целям не имеет практического значения.

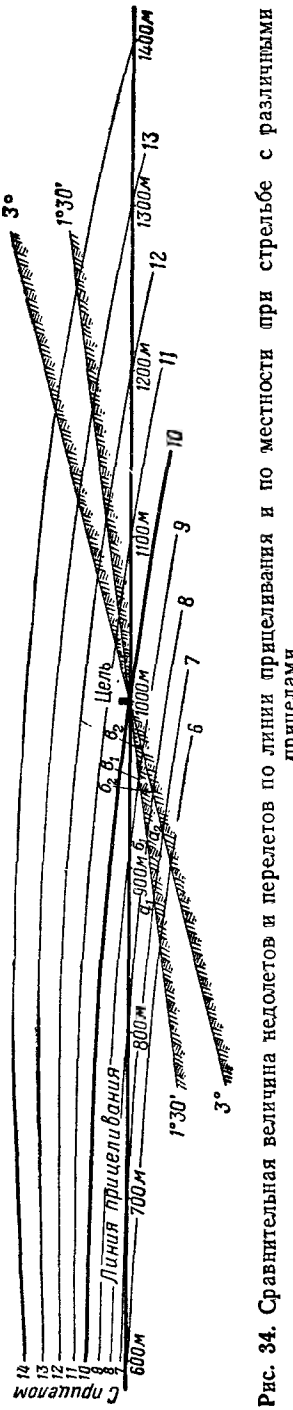

Рис. 34. Сравнительная величина недолетов и перелетов по линии прицеливания и по местности при стрельбе с различными прицелами

Положим, что стреляющий допустил ошибку в меньшую сторону, равную $3E_д$ или 300 *м*, и начал стрельбу с прицелом 7. Из рисунка видно, что величина недолета в этом случае равна 300 *м* только по линии прицеливания. Величина недолета по местности тем меньше, чем круче встречный скат, на котором расположена цель. В частности, величина недолета на скате крутизной 1°30′ — около 120 *м* (точка a_1), на скате 3° — около 80 *м* (точка a_2).

При стрельбе с прицелом 8 средняя траектория переместится по скату крутизной 1°30′ в точку $б_1$, по скату крутизной 3° в точку $б_2$. При стрельбе с прицелом 9 соответственно получатся точки $в_1$ и $в_2$. Следовательно, для того чтобы приблизить среднюю траекторию к цели при стрельбе скачками в одно деление прицела при любой крутизне ската, придется сделать три скачка.

Это справедливо и при ошибке в определении расстояния до цели в бо́льшую сторону. Так, при стрельбе с прицелом 11 величина перелета по линии прицеливания равна 100 *м*, по скату крутизной 1°30′ — около 50 *м*, по скату 3° — около 35 *м*. Для того чтобы поразить цель при расположении ее на любом скате, придется уменьшить установку прицела на одно деление, т. е. сделать один скачок.

Таким образом, количество скачков в одно деление прицела не зависит от рельефа местности в расположении цели, а зависит только от величины ошибки, допущенной в определении расстояния до цели.

Мы рассмотрели стрельбу по встречному скату при угле места цели, равном нолю. Рассмотрение стрельбы по горизонтальной местности, но при отрицательном угле места цели привело бы к аналогичному выводу, что количество скачков в одно деление прицела не зависит от угла места цели (если величина этого угла в пределах 10—15°), а зависит только от величины ошибки, допущенной в определении расстояния до цели. В этом легко убедиться, если рис. 34 повернуть так, чтобы одна из линий ската (1°30′ или 3°) заняла горизонтальное положение. Тогда все траектории займут такое положение, как при стрельбе с отрицательным углом места цели (1°30′ или 3°), и все рассуждения будут аналогичны приведенным выше.

На основании всего сказанного можно сделать окончательный вывод, что правила корректирования огня скачками в одно деление прицела (кольца) в одинаковой степени применимы как при стрельбе на горизонтальной ровной местности, так и при стрельбе по встречному скату или сверху вниз в пределах угла места цели не больше 15°.

Корректирование огня по дальности по величине недолета (перелета)

В тех случаях, когда местность ровная и линия прицеливания (или линия наблюдения командира) параллельна поверхности местности в районе цели, определить величину недолета (перелета) практически невозможно. Это облегчается при стрельбе по встречному скату или сверху вниз, когда линия прицеливания образует некоторый угол с поверхностью местности в районе цели (см.

рис. 33). Тогда недолеты видны не только ближе, но и ниже цели, а перелеты — не только дальше, но и выше цели. Но в таких случаях величина недолета (перелета) по местности не соответствует величине ошибки, допущенной при определении расстояния до цели, и для внесения поправки в установку прицела потребуется произвести некоторые расчеты.

Рассмотрим это на примере.

Цель расположена на встречном скате. Истинное расстояние до цели равно 900 *м*. Пуля обр. 1908 г. Метеорологические условия нормальные.

Положим, что, измеряя это расстояние глазомером, стреляющий получил 750 *м*, допустив при этом ошибку в меньшую сторону, равную 150 *м*. При стрельбе с прицелом $7^1/_2$ будет недолет, величина которого по линии прицеливания равна 150 *м*, а по местности — значительно меньше (рис. 35). Стреляющему неизвестна величина недо-

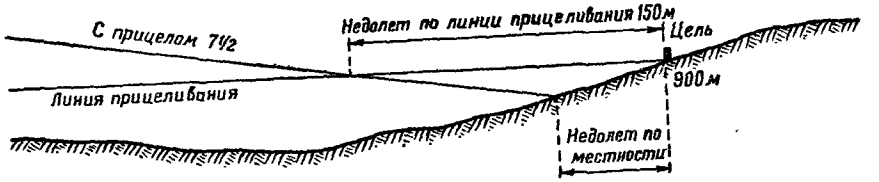

Рис. 35. Сравнительная величина недолета по линии прицеливания и по местности (частный случай)

лета по линии прицеливания, он может определить ее только по местности. Вполне понятно, что поправка в установку прицела, внесенная на основании величины недолета по местности, будет недостаточна.

Пусть при стрельбе с прицелом $7^1/_2$ получен недолет (точка *р*, рис. 36). Величина недолета — около 50 *м*. Через точки *О* и *р* про-

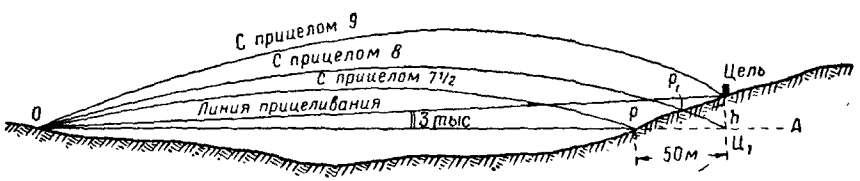

Рис. 36. Определение поправки по измеренной величине недолета по местности

ведем прямую *ОА* и на ней отложим отрезок $pЦ_1$, равный полученному недолету, т. е. 50 *м*. Если бы цель находилась в точке $Ц_1$, то для поражения ее достаточно было бы увеличить прицел на полделения, т. е. вести стрельбу с прицелом 8. Однако из рисунка видно, что при стрельбе с прицелом 8 цель не будет поражена, так как пули будут падать на местности в точке p_1. Чтобы добросить пули до цели, необходимо увеличить угол прицеливания на величину вер-

тикального угла, соответствующего превышению цели над точкой *р*, где замечено падение пуль.

Положим, что величину этого угла удалось измерить биноклем, она равна 3 тыс. Значит, нужно подобрать такой прицел, при котором угол прицеливания больше, чем при прицеле 8, на 3 тыс. Согласно таблице углов прицеливания (табл. 1б, приложение 1) данному условию отвечает прицел 9 (угол прицеливания для прицела 8 равен 10 тыс., а для прицела 9 — 13 тыс.). Таким образом, стрельба должна вестись с прицелом 9.

На основании этих рассуждений можно сделать вывод, что поправка дальности складывается из двух величин, выраженных в делениях прицела: **величины недолета** (перелета) **по местности и величины вертикального угла между целью и центром падения пуль.**

Как видно из примера, корректирование огня по дальности по измеренной величине отклонения снопа траекторий относительно цели представляет собой довольно сложное действие. Для того чтобы определить поправку в установку прицела, необходимо измерить величину недолета (перелета) по местности и величину угла между целью и местом падения пуль. Кроме того, нужно произвести некоторые расчеты с использованием таблиц. Вполне понятно, что такой способ корректирования огня не может быть основным в условиях боевой обстановки[1].

Обоснование расхода патронов при стрельбе по одиночным целям

В зависимости от величины ошибок, допущенных при определении установок прицела и целика, цель может быть накрыта сердцевиной рассеивания с первой, со второй или с третьей очереди. Поэтому расчет количества патронов нужно произвести для одной какой-либо очереди, безразлично — первой, второй или третьей.

Определим длину очереди, необходимую для надежного поражения цели, если цель накрыта сердцевиной рассеивания.

Наиболее характерная для станковых пулеметов цель — огневая точка. В учебной обстановке она обычно изображается одной мишенью, состоящей из двух фигур, расположенных вплотную: грудной и головной (рис. 37). Грудная фигура обозначает наводчика, а головная — помощника наводчика. В боевой обстановке могут быть случаи, когда цель — огневая точка — будет состоять только из одной грудной фигуры, но для расчета патронов это не имеет значения. Назначая количество патронов, мы зададимся какой-то вероятностью поражения наводчика. Очевидно, что при этом получится примерно такая же вероятность поражения и помощника наводчика, так как они расположены рядом и находятся под одинаковым воздействием снопа траекторий. Поэтому в наших дальнейших

[1] Способ корректирования огня по дальности по измеренной величине отклонения снопа траекторий относительно цели может применяться при стрельбе в горах (см. главу 11).

расчетах под термином «цель — огневая точка» будем иметь в виду одну грудную фигуру, площадь которой равна 0,18 $м^2$.

Рассчитаем количество патронов для одной очереди при стрельбе с прицелом 8 легкой пулей. Цель — огневая точка (пулемет). Стрельба ведется огнем в точку.

Определение вероятности попадания в цель для одного какого-либо выстрела. При стрельбе любой очередью стреляющий не знает, будет ли цель накрыта сердцевиной рассеивания, но во всяком случае рассчитывает на это. Определим вероятность попадания при условии, если цель окажется где-то в пределах сердцевины рассеивания.

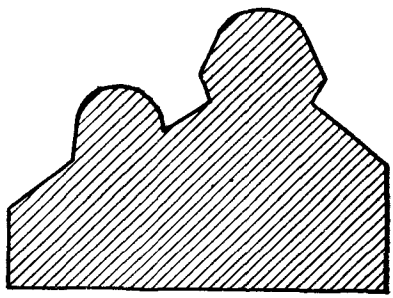

Рис. 37. Цель — огневая точка (пулемет)

Как было сказано в начале главы, точка наводки при стрельбе по невысоким целям выбирается на середине нижнего края цели. При этом стреляющий обычно не делает никаких расчетов для того, чтобы среднюю траекторию совместить с серединой цели по высоте; это и невозможно, так как половина высоты цели — слишком малая величина, чтобы можно было ее учесть при назначении установки прицела. Поэтому, говоря о том, что цель может оказаться где-то в пределах сердцевины рассеивания, будем иметь в виду не центр цели, а середину ее нижнего края. Так как рассеивание неравномерно, то частные значения вероятности попадания будут зависеть от положения, которое занимает цель (середина ее нижнего края) в пределах сердцевины рассеивания. Тогда вероятность попадания в цель можно определить как среднее арифметическое из частных значений вероятности попадания при нахождении цели в разных точках сердцевины рассеивания.

Определим среднюю вероятность попадания в полосу по высоте цели p_{2y}.

На рис. 38 изображена шкала рассеивания по высоте при стрельбе на 800 *м* ($Bв = 0{,}40$ *м*, $Cв = 1{,}20$ *м*). В том же масштабе намечено шесть положений цели по высоте (высота цели 0,50 *м*) при условии, что основание цели не выходит за пределы $Cв$. По шкале рассеивания определим вероятность попадания в полосу по высоте цели для каждого из намеченных положений; после этого определим среднее значение вероятности попадания:

$$p_{2y}(\text{средняя}) = (0{,}295 + 0{,}320 + 0{,}315 + 0{,}275 + 0{,}220 + 0{,}155) : 6 = 0{,}263.$$

Таким же способом определяем среднюю вероятность попадания в полосу по ширине цели (p_{2z}).

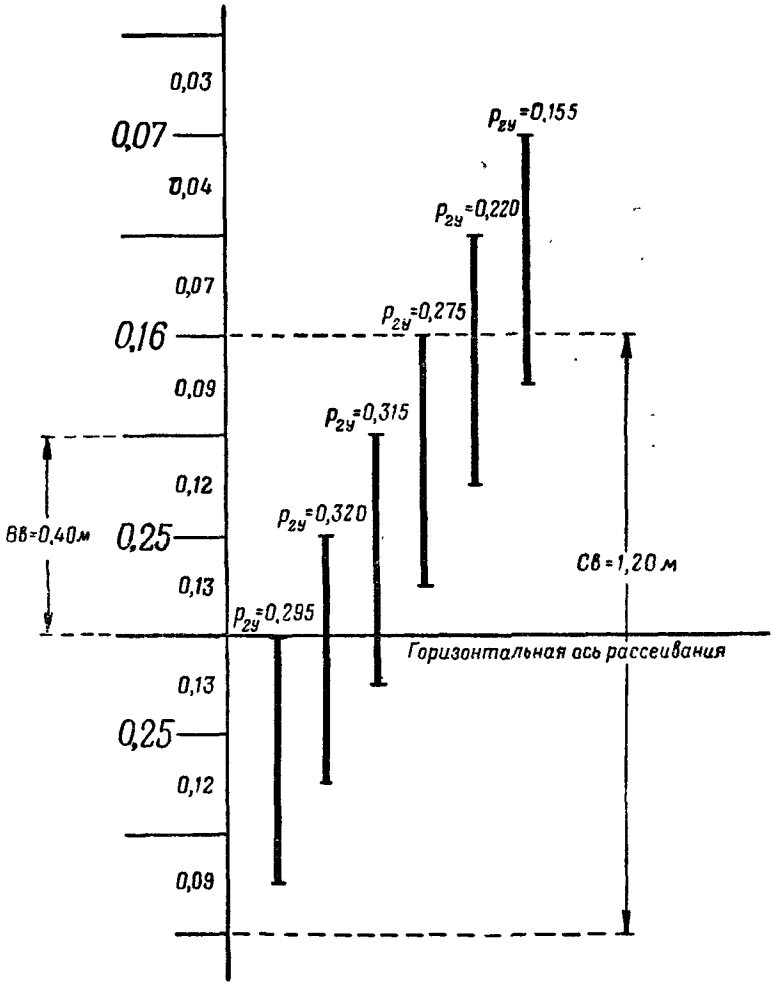

Рис. 38. Определение вероятности попадания в полосу по высоте цели при условии, что основание цели находится где-то в пределах *Св*

На рис. 39 изображена шкала рассеивания по боковому направлению (*Вб*=0,30 *м*, *Сб*=0,90 *м*). В том же масштабе намечено шесть положений цели по боковому направлению (ширина цели 0,50 *м*) при условии, что центр цели не выходит за пределы *Сб*. По шкале рассеивания определим вероятность попадания в полосу по ширине цели для каждого из намеченных положений; после этого определим среднее значение вероятности попадания:

$$p_{2z}\,(\text{средняя}) = 2(0{,}416 + 0{,}373 + 0{,}308) : 6 = 0{,}366.$$

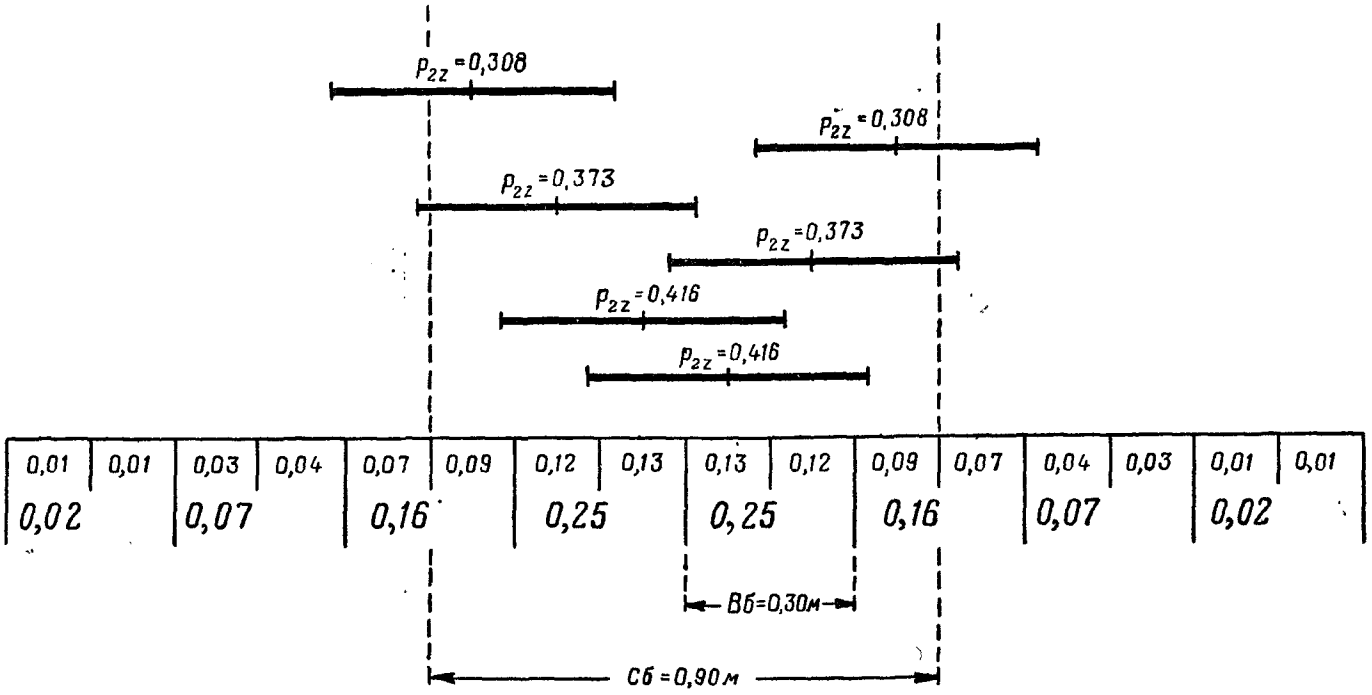

Рис. 39. Определение вероятности попадания в полосу по ширине цели при условии, что центр цели находится где-то в пределах *Сб*

Определяем среднюю вероятность попадания в цель:

$$p = p_{2y} p_{2z} K = 0{,}263 \cdot 0{,}366 \cdot 0{,}72 = 0{,}0694,$$ или округленно 7%.

Определение количества патронов для стрельбы на одном каком-либо прицеле. Стрельба из станкового пулемета ведется только автоматическим огнем, поэтому количество патронов для стрельбы на одном каком-либо прицеле определяется из расчета вероятности поражения цели, близкой к единице.

Чем больше вероятность поражения цели, тем лучше, но нужно иметь в виду, что количество патронов возрастает быстрее, чем вероятность поражения цели.

Выпишем из табл. 4 (приложение 4) следующие данные:

Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n
0 80	1,52
0,85	1,80
0,90	2,18
0,95	2,84
0,99	4,40

На основании этих данных считают, что заданная вероятность поражения цели 90% является наиболее целесообразной, так как при дальнейшем ее увеличении математическое ожидание числа попаданий в цель, а следовательно, и расход патронов резко возрастают.

Во всех дальнейших расчетах при определении количества патронов для стрельбы на одном прицеле будем исходить из вероятности поражения цели 0,90, или 90%. Математическое ожидание числа попаданий при этом должно быть 2,18.

Количество патронов для надежного поражения цели определяется по формуле (12)

$$n = \frac{a_n}{p},$$

где a_n — математическое ожидание числа попаданий в цель, равное в данном случае 2,18;

p — вероятность попадания в цель при одном выстреле.

Решая взятый пример, получим

$$n = \frac{a_n}{p} = \frac{2{,}18}{0{,}07} = 31{,}1,$$ или округленно 30 патронов.

Такое же количество патронов получается при решении задачи по формуле (15):

$$n = \frac{\lg(1 - P_1)}{\lg(1-p)},$$

где P_1 — заданная вероятность поражения цели;

p — вероятность попадания при одном выстреле.

Подставляя в формулу значения из взятого примера, получим

$$n = \frac{\lg(1-P_1)}{\lg(1-p)} = \frac{\lg(1-0{,}900)}{\lg(1-0{,}07)} = \frac{\lg 0{,}100}{\lg 0{,}930} = \frac{-1{,}0000}{-0{,}0320} =$$

$$= 31{,}2, \text{ или округленно } 30 \text{ патронов.}$$

В табл. 2 приводится расход патронов, рассчитанный указанным способом.

Указанное в табл. 2 количество патронов рассчитано для стрельбы на одном каком-либо прицеле, общий же расход патронов для выполнения огневых задач будет зависеть от того, сколько раз придется изменять установку прицела. В среднем можно считать, что для выполнения огневой задачи в целом потребуется две указанные нормы патронов.

Таблица 2

Количество патронов для поражения открытой огневой точки одной очередью при стрельбе с одной установкой прицела

(для легкой пули)

Дальность стрельбы, *м*	Количество патронов	
400	10	Одна длинная очередь
600	20	
800	30	
1000	50	

Примечание: 1. При стрельбе тяжелой пулей указанным количеством патронов вероятность поражения цели будет в пределах 90—95%.

2. Для поражения более крупных целей количество патронов пропорционально уменьшается: поясной — в 3 раза, бегущей и ростовой — в 4 раза.

Примеры: 1. Цель — огневая точка на расстоянии 700 *м* (определено на глаз). Пуля обр. 1908 г. Ветер справа 8 *м/сек* под углом 90°.

Команда: **«Левый угол пашни, влево пятьдесят — пулемет, семь, легкая, целик вправо четыре».**

Помощник наводчика докладывает: **«Готово».**

Команда: **«Длинной очередью — огонь».**

Наблюдение: Недолет, вправо два.

Команда: **«Восемь, целик левее два — огонь».**

Наблюдение: Хорошо.

Если цель не поражена, подается команда **«Огонь»;** по этой команде стрельба повторяется с теми же прицельными установками указанным ранее количеством патронов.

2. Цель — наблюдатель на расстоянии 600 *м* (определено на глаз). Пуля обр. 1908 г. Ветер слева 4 *м/сек* под углом 90°.

Команда: **«Влево сломанное дерево, правее на ладонь за черным пнем — наблюдатель, шесть, легкая, целик влево два, наводить в основание пня, длинной очередью — огонь».**

Наблюдение: Перелет.

Команда: **«По кольцу назад одно — огонь»** или **«Пять — огонь».**

Наблюдение: Хорошо.

Если цель не поражена, подается команда **«Огонь».**

Стрельба на поражение одиночных целей, когда наблюдение за падением пуль невозможно

В бою нередки случаи, когда местность в районе расположения цели не будет способствовать наблюдению за падением пуль. Если при этом на огневой позиции не имеется патронов с трассирующими

пулями, стрельба на поражение одиночных целей ведется по площади с разными установками целика на пулемете (на пулеметах) и с применением искусственного рассеивания в глубину.

Пределы обстреливаемой площади определяются величиной возможных ошибок в стрельбе.

Основными причинами отклонения пуль относительно цели являются следующие ошибки:

— **по высоте (по дальности)** — ошибки определения расстояния до цели; величину срединной ошибки принимаем равной 10% дальности;

— **по боковому направлению** — ошибки определения поправок на боковой ветер; за величину срединной ошибки принимаем поправку на ветер со скоростью 1 *м/сек,* что составляет 25% по отношению к поправке на умеренный ветер (4 *м/сек*).

Вопросы, касающиеся обоснования правил ведения огня на поражение одиночных целей в подобных случаях, рассмотрим в процессе решения конкретного примера.

Цель — огневая точка. Дальность стрельбы 1000 *м* (определена на глаз). Пуля обр. 1930 г. Определить пределы, в которых надо вести рассеивание в глубину и по фронту, чтобы накрыть цель сердцевиной рассеивания. Срединная ошибка определения расстояния до цели глазомером равна в данном случае 100 *м*.

Для уверенного поражения цели необходимо вести стрельбу с рассеиванием по дальности с таким расчетом, чтобы при последовательном перемещении снопа траекторий вероятность накрыть цель сердцевинной полосой была близка к 100%.

На рис. 40 изображена шкала возможных ошибок при определении расстояния. Как видно из рисунка, при рассеивании на ± 1 срединную ошибку, что в данном случае составляет ± 1 деление прицела (от 9 до 11), вероятность накрыть цель сердцевинной полосой рассеивания равна только 68%. Рассеивание в глубину на ± 3 срединные ошибки нецелесообразно, так как это потребует слишком большого расхода патронов, а вероятность получения ошибки в 3—4 $E_д$ невелика. Наиболее целесообразно вести рассеивание по дальности на ±2 срединные ошибки, что для дальности 1000 *м* составляет ±2 деления прицела (от 8 до 12); вероятность накрыть цель сердцевинной полосой при этом будет около 90%.

Таким же методом подсчета находим пределы рассеивания по боковому направлению.

Срединная ошибка определения поправки на боковой ветер равна в данном случае 0,75 тыс. Наиболее целесообразно вести рассеивание по боковому направлению на ± 1,5 деления целика, что составляет ± 2 срединные ошибки по тому же направлению.

Итак, стрельба на расстояние 1000 *м* (в случае измерения расстояния глазомером) должна вестись с рассеиванием по дальности на ± 2 деления прицела (кольца) и с рассеиванием по боковому направлению на ± 1,5 деления целика.

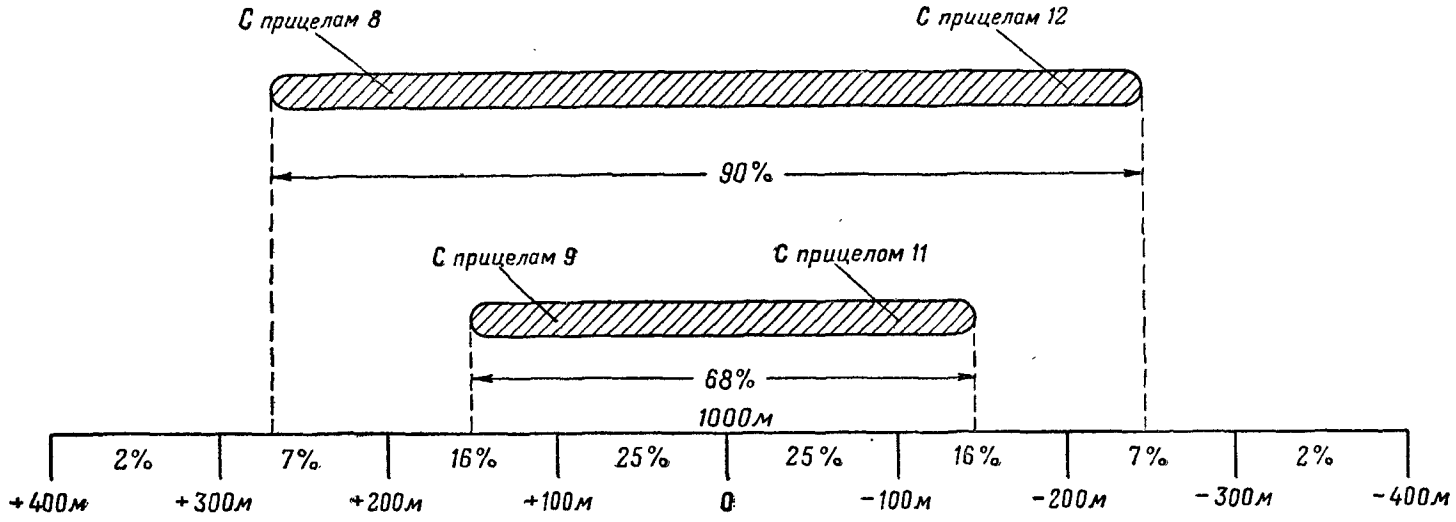

Рис. 40. Вероятность накрыть цель сердцевинной полосой рассеивания при стрельбе с искусственным рассеиванием на ±1 и на ±2 деления прицела (кольца)

Таким же способом рассчитаны пределы рассеивания при стрельбе на разные дальности. Результаты сведены в табл. 3.

Таблица 3

Пределы рассеивания и количество патронов для поражения открытой огневой точки

Дальность стрельбы, *м*	Рассеивание в глубину, деления прицела (кольца)	Рассеивание по фронту, деления целика	Количество патронов для стрельбы с одной установкой целика
400	±1	±1	Одна длинная очередь
500	±1	±1	
600	±1	±1	
700	±1½	±1	60 патронов
800	±1½	±1	
900	±2	±1	200 патронов
1000	±2	±1½	

Рассеивание в глубину в указанных пределах ведется вращением маховичка механизма тонкой наводки. Рассеивание по фронту при стрельбе взводом осуществляется стрельбой с тремя разными установками целика. При выполнении огневой задачи одним пулеметом первая очередь производится с исходной установкой целика, полученной при подготовке данных. Затем, по мере необходимости (если цель не поражена), производится вторая очередь с целиком правее и третья очередь с целиком левее исходной установки на 1 деление (при стрельбе на 1000 *м* — на 1,5 деления).

Стрельба на расстояния до 600 *м* включительно ведется с нормальным темпом рассеивания в глубину (в одну секунду на одно деление кольца). Если цель (огневая точка) окажется в пределах сердцевинной полосы по боковому направлению, то вероятность ее поражения при таком темпе рассеивания будет около 90%.

Расход патронов при стрельбе с каждой установкой целика определяется темпом рассеивания. Так как стрельба на расстояния до 600 *м* ведется с рассеиванием в глубину на ±1 деление прицела (кольца), на что потребуется 2 секунды, то за это время будет израсходовано около 20 патронов. Иначе говоря, при стрельбе с каждой установкой целика достаточно произвести одну длинную очередь.

Как видно из табл. 3, при стрельбе на расстояния свыше 600 *м* количество патронов для надежного поражения цели резко возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением дальности стрельбы поражаемое пространство уменьшается, а необходимые пределы искусственного рассеивания в глубину увеличиваются.

На основании указанного в табл. 3 количества патронов можно сделать следующий вывод: если наблюдение за падением пуль невозможно, стрельба по огневой точке с применением искусственного рассеивания целесообразна на расстояниях в пределах до 600 *м;* на бо́льших расстояниях целесообразность стрельбы определяется каж-

дый раз с учетом обстановки (важность цели, наличие других огневых средств и возможность использования их в короткие сроки и т. п.).

Пример. Дальность стрельбы 500 *м* (определена на глаз). Цель — открытая огневая точка. Ветер слева 6 *м/сек.*

Решение. Согласно табл. 3 стрельба должна вестись с рассеиванием в глубину на ±1 деление кольца и с рассеиванием по фронту на ±1 деление целика. Поправка на боковой ветер равна 2 делениям целика.

Команда для стрельбы одним пулеметом: **«По пулемету, пять, тяжелая, целик влево два, с рассеиванием по кольцу на одно деление вперед и назад, длинной очередью — огонь».**

Если цель не поражена, командир отделения командует: **«Целик правее один — огонь».**

Наводчик изменяет установку целика и наводку и ведет стрельбу с рассеиванием на ±1 деление кольца, расходуя еще 10—30 патронов.

Если цель не поражена, командир отделения командует: **«Целик левее два — огонь».**

Рассмотрим еще один способ стрельбы с рассеиванием в глубину. Предположим, что дальность до цели 600 *м* (определена на глаз). Рассеивание в глубину равно ± 1 деление прицела, т. е. от 5 до 7. Следует навести пулемет в цель с прицелом 5, после чего переставить прицел на деление 7; линия прицеливания при этом пройдет ииже цели. Далее надо заметить на местности точку, куда направлена линия прицеливания, и вести стрельбу с прицелом 7 с рассеиванием от замеченной на местности точки до цели (рис. 41). Средняя траектория при этом будет перемещаться по местности в пределах *АБ*, т. е. в пределах от 500 до 700 *м*.

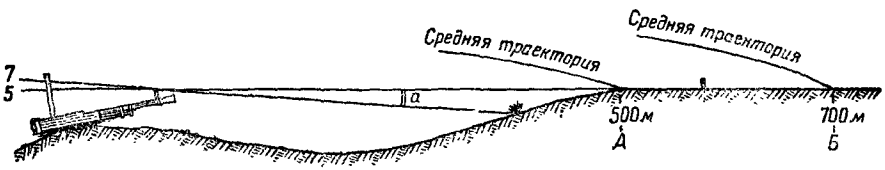

Рис. 41. Определение пределов рассеивания в глубину на местности:
а — вертикальный угол, в пределах которого нужно вести рассеивание

Пример. Дальность стрельбы 600 *м*. Цель — открытая огневая точка. Ветер отсутствует.

Команда: **«По пулемету, пять, тяжелая, целик ноль, с рассеиванием в глубину от пяти до семи».**

Наводчик после наведения пулемета в цель с прицелом 5 переставил прицел на деление 7 и заметил на местности точку по линии прицеливания. Затем доложил о готовности к стрельбе.

Команда: **«Длинной очередью — огонь».**

После выполнения предыдущей команды, если цель не поражена, подается команда **«Целик вправо один — огонь».**

Наводчик изменяет установку целика, исправляет наводку и повторяет стрельбу с рассеиванием в глубину от пяти до семи.

Если цель не поражена, подается команда **«Целик влево один — огонь».**

Наводчик повторяет стрельбу с установкой целика влево один.

Задачи

18. Подать команды для стрельбы легкой пулей на поражение открытой огневой точки при невозможности наблюдать за падением пуль. Условия стрельбы следующие:

Расстояние до цели, измеренное глазомером, *м*	Стрельба ведется	Боковой ветер
а) 400	Одним пулеметом	Слева 4 *м/сек*
б) 500	Одним пулеметом	Справа 8 *м/сек*
в) 600	Взводом	Справа 6 *м/сек*

Глава 7

СТРЕЛЬБА ПО ГРУППОВЫМ ЦЕЛЯМ

Наиболее характерными целями для станковых пулеметов являются скопления живой силы и огневых средств противника. Такие цели называются групповыми. Они могут быть широкие, глубокие и расположенные на площади (когда цель является одновременно и широкой и глубокой).

Стрельба на поражение по групповым целям ведется с исходными установками прицела и целика, полученными в результате подготовки данных. Способы стрельбы на поражение по групповым целям и количество патронов для выполнения огневых задач зависят от ширины или глубины цели и от характера местности, на которой она расположена.

Способы стрельбы на поражение по групповым целям

Стрельба на поражение по широким целям ведется с применением искусственного рассеивания по фронту. Пулемет с найденной установкой прицела наводится в один из флангов цели (обычно в левый) или в середину ее, после чего ведется стрельба с равномерным рассеиванием на ширину цели.

Нормальная скорость (темп) рассеивания должна быть такова, чтобы на каждый метр фронта цели приходилась не менее двух пуль. Если, например, фронт цели равен 20 *м*, то по ней нужно израсходовать не менее 40 патронов. Время на стрельбу потребуется 40 : 10 = 4 секунды. Следовательно, рассеивание от одного фланга цели до другого должно производиться за 4 секунды.

Точность установки целика при стрельбе по широким целям не имеет практического значения, поэтому боковой ветер обычно не учитывается и стрельба ведется с целиком 0.

Команда (примерно): «**Влево — группа стрелков, шесть, тяжелая, целик ноль, наводить в левый край цели, с рассеиванием на ширину цели, (количество патронов) — огонь**».

Если фланги цели почему-либо плохо обозначены (замаскированы) или требуется обстрелять только часть цели, командир указывает наводчику по местным предметам точку наводки и пределы рассеивания по фронту.

Команда (примерно): **«По пехоте в кустах, семь, тяжелая, целик ноль, наводить под желтый куст, с рассеиванием вправо до тропинки, (количество патронов) — огонь».**

Стрельба по широким целям взводом или группой пулеметов ведется следующими способами:

а) Одновременным рассеиванием всеми пулеметами на всю ширину цели с указанием им одной или разных точек наводки.

Команда (примерно): **«По пехоте на пашне, восемь, легкая, целик ноль, наводить в левый край цели, с рассеиванием на ширину цели, (количество патронов на пулемет), взводом — огонь».**

Для одновременного огневого воздействия на всю ширину цели и в тех случаях, когда выбор и указание точек наводки не являются затруднительными, пулеметам указываются разные точки наводки в пределах широкой цели.

б) С распределением огня пулеметов по разным участкам широкой цели. Каждый пулемет получает свою точку наводки и пределы рассеивания по фронту.

Данный способ применяется только в тех случаях, когда участки широкой цели находятся не на одинаковой высоте, т. е. когда стрельба с рассеиванием на всю ширину цели не обеспечивает поражения цели на всем ее протяжении (рис. 42).

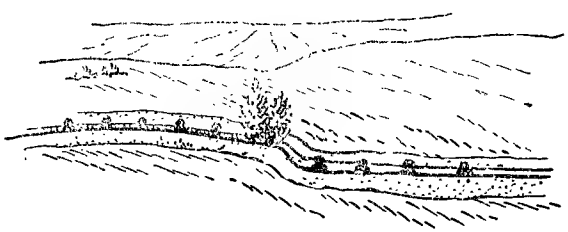

Рис. 42. Участки широкой цели находятся не на одной высоте

Стрельба по узким глубоким целям ведется с применением искусственного рассеивания в глубину. Пределы рассеивания определяются так, чтобы при рассеивании средняя траектория перемещалась от ближнего до дальнего края цели, т. е. сердцевинные полосы рассеивания по дальности не учитываются.

Предположим, что расстояние до ближнего края цели 700 *м*. Цель расположена на ровной горизонтальной местности. Угол места цели ноль. Глубина цели 200 *м*. Стрельба должна вестись с прицелом 7 (наводить в ближний край цели) и с рассеиванием в глубину от 7 до 9.

Если дальность стрельбы и глубина цели определены правильно, то средняя траектория будет перемещаться от ближнего до дальнего края цели и, следовательно, часть пуль будет падать ближе и дальше цели. Это компенсирует неточность определения дальности и возмож-

ные ошибки в меньшую сторону при определении глубины цели и тем самым способствует поражению цели на всей ее глубине.

При определении пределов рассеивания в глубину необходимо учитывать рельеф местности, так как при стрельбе по наблюдаемым целям, расположенным на местности, идущей под углом к линии прицеливания, изменение установки прицела или кольца на одно деление перемещает среднюю траекторию на местности меньше чем на 100 *м*.

Возьмем цель *АБ* глубиной 200 *м*, расположенную на встречном скате (рис. 43). Расстояние до ближнего края цели 900 *м*. Стрельба ведется легкой пулей. Требуется определить пределы рассеивания в глубину.

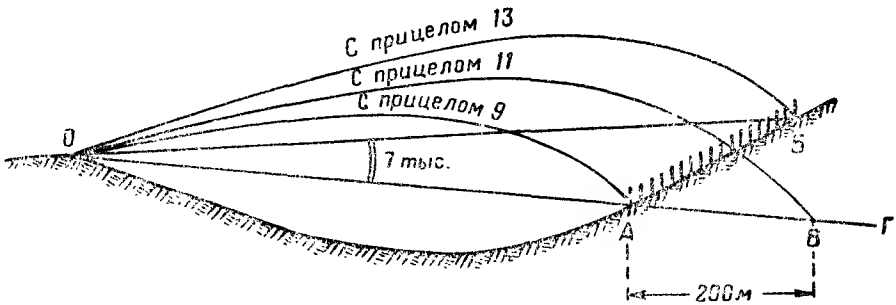

Рис. 43. Определение пределов рассеивания в глубину по цели, расположенной на встречном скате

Чтобы решить эту задачу, проведем через точки *О* и *А* прямую *ОГ* и на этой прямой отложим отрезок *АВ*, равный отрезку *АБ*, т. е. предположим, что цель глубиной 200 *м* расположена не на встречном скате, а на линии прицеливания. Тогда, чтобы обстрелять всю глубину цели, достаточно было бы рассеивания на два деления кольца. Однако из рисунка видно, что при таком рассеивании цель *АБ*, расположенная на встречном скате, поражается лишь частично. Для того чтобы довести среднюю траекторию до дальнего края цели *Б*, необходимо увеличить рассеивание на величину угла *БОА*, соответствующего превышению дальней точки цели над ближней. Пусть в нашем примере величина этого угла равна 0-07. Значит, нужно подобрать такой прицел (кольцо), при котором угол прицеливания будет больше, чем при прицеле 11, на 7 тыс. Это и будет дальним пределом рассеивания в глубину. Согласно табл. 16 (приложение 1) данному условию отвечает прицел 13 (угол прицеливания при прицеле 11 равен 18 тыс., а при прицеле 13 он равен 25 тыс.).

Таким образом, глубина рассеивания по дальности при стрельбе по глубоким целям складывается из двух величин, выраженных в делениях прицела (кольца): глубины цели и превышения дальнего края цели над ближним.

Определение глубины рассеивания должно производиться без использования таблицы углов прицеливания. Для этого нужно запом-

нить разницу углов прицеливания в тысячных между смежными прицелами.

Так, например, при стрельбе легкой пулей разница углов прицеливания для прицелов 5 и 6, 6 и 7 равна 1,5 тыс., для прицелов 7 и 8, 8 и 9, 9 и 10 она равна (в среднем) 2 тыс.; для прицелов 10 и 11, 11 и 12 эта разница равна 3 тыс.

Пример. Цель глубиной 100 *м*. Расстояние до ближнего края цели 700 *м*. Дальний край цели выше ближнего на 4 тыс. Определить глубину рассеивания.

Р е ш е н и е. Глубина цели 100 *м*, что соответствует 1 делению прицела (кольца). Превышение дальнего края цели над ближним равно 4 тыс., что соответствует 2 делениям прицела (кольца). Стрельба должна вестись с рассеиванием на 3 деления кольца, т. е. от 7 до 10.

Указанный способ определения глубины рассеивания применим при заблаговременной подготовке исходных данных для стрельбы, когда на огневой позиции еще нет пулемета. В процессе боя подобные задачи решаются проще, без всяких вычислений, с помощью пулемета.

Порядок действий при этом следующий:

1) Навести пулемет в ближний край цели с прицелом, соответствующим расстоянию до него. Установить кольцо на то же деление, что и прицел. Это будет ближний предел рассеивания.

2) Не нарушая наводки, переставить прицел соответственно расстоянию до дальнего края цели. Линия прицеливания при этом опустится ниже ближнего края цели.

3) Вращая маховичок механизма тонкой наводки, подвести линию прицеливания к дальнему краю цели. Отметка по кольцу покажет дальний предел рассеивания.

4) Вести стрельбу с рассеиванием по кольцу в найденных пределах.

Кроме того, подобные задачи можно решать еще таким способом:

1) Навести пулемет в ближний край цели с прицелом, соответствующим расстоянию до него.

2) Не нарушая наводки пулемета, переставить прицел соответственно расстоянию до дальнего края цели и заметить точку на местности, куда направлена линия прицеливания.

3) Вести рассеивание в глубину на величину видимого угла между точкой на местности, куда была направлена линия прицеливания после перестановки прицела, и дальним краем цели.

Рассмотрим эти действия применительно к условиям предыдущего примера (рис. 44).

Команда: **«По пехоте, семь, легкая, целик ноль, наводить в ближний край цели».**

Наводчик докладывает: **«Готово».**

Команда: **«Восемь, отметиться по линии прицеливания на местности».**

Наводчик докладывает: **«Готозо, отметка — отдельный куст».**

Команда: **«С рассеиванием до дальнего края цели, (количество патронов) — огонь».**

Наводчик ведет стрельбу с рассеиванием в глубину от отдельного куста до дальнего края цели.

Стрельба по узким глубоким целям взводом или группой пулеметов ведется с одновременным рассеиванием всеми пулеметами на всю глубину цели. Если по характеру цели требуется небольшое распределение пуль по фронту, стрельба взводом может вестись с разными установками целика на пулеметах.

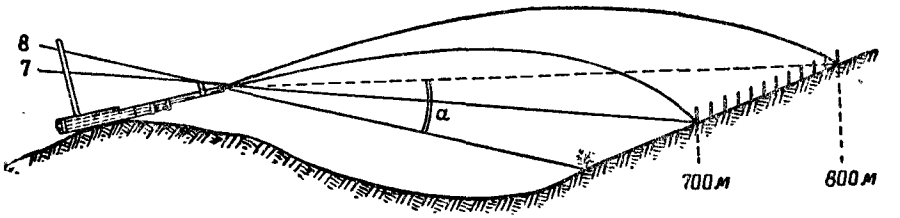

Рис. 44. Определение пределов рассеивания в глубину с помощью пулемета без прицельного кольца:
а — вертикальный угол, в пределах которого нужно вести рассеивание

Стрельба по целям, расположенным на площади, ведется следующими способами:

а) С одновременным рассеиванием по фронту и в глубину.

б) С рассеиванием по фронту и последовательным переносом огня в глубину. Пулеметным взводом, кроме того, с рассеиванием по фронту всеми пулеметами, но с разными установками прицелов на пулеметах.

Для стрельбы с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину пределы рассеивания определяются, как было указано выше для широких и для глубоких целей. При стрельбе с последовательным переносом огня в глубину или с разными установками прицелов на пулеметах порядок определения пределов рассеивания в глубину удобнее изменить.

Рассмотрим подготовку и ведение огня по пехоте противника, расположенной на встречном скате возвышенности на площади 100 × 100 *м*. Расстояние до ближнего края цели 800 *м*.

Для определения пределов рассеивания в глубину наводчик должен:

— навести пулемет с прицелом 9 в дальний край цели;

— отметиться прицелом по ближнему краю цели.

Предположим, что отметка получилась 13. Значит, рассеивать в глубину нужно от 8 до 13 делений прицела.

Наводчик ставит прицел 8, наводит в ближний край цели и ведет огонь с рассеиванием по фронту на ширину цели. Затем повторяет то же самое с прицелами 9, 10, 11, 12 и 13. На каждой установке прицела выпускается указанное в команде количество патронов (способ определения расхода патронов излагается ниже).

В большинстве случаев, как и в данном примере, обстрел площади будет для одного пулемета задачей непосильной.

Стрельбу нужно вести взводом или группой пулеметов, назначая пулеметам разные установки прицела (через одно деление). Если число пулеметов меньше, чем требуется установок прицела, то применяют перенос (переносы) огня в глубину.

Обоснование расхода патронов для поражения групповых целей

Расчет патронов для стрельбы по групповым широким целям с рассеиванием по фронту с одной установкой прицела. В наставлениях по стрелковому делу даются таблицы «Количество патронов, необходимое для выполнения огневых задач», рассчитанные для поражения 20, 50 и 80% фигур различных групповых широких целей (головных, грудных, бегущих и ростовых), расположенных на фронте 10 *м* (см. Наставление по стрелковому делу «7,62-*мм* станковый модернизированный пулемет обр. 1943 г. конструкции Горюнова (СГМ)»).

Однако имеются указания, что для тактических учений с боевой стрельбой в условиях оборонительного боя табличные нормы патронов увеличиваются в 2 раза. Эти указания объясняются тем, что таблицы количества патронов рассчитаны для условий совмещения горизонтальной оси рассеивания с серединой каждой фигуры, входящей в групповую цель, а размеры срединного отклонения по высоте (*Вв*) при этом взяты табличные. В действительности же таких благоприятных условий стрельбы не будет, так как горизонтальная ось рассеивания всегда будет иметь какое-то отклонение относительно середины фигур, а естественное рассеивание по высоте при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту будет больше табличного в 1,5—2 раза. Следовательно, и расход патронов для выполнения огневых задач всегда будет больше, чем указано в таблицах.

Произведем расчет патронов для поражения групповой широкой цели, состоящей из грудных фигур, расположенных на фронте 10 *м*. Дальность стрельбы 700 *м*. Стрельба ведется тяжелой пулей с одной установкой прицела.

Прежде всего нужно определить вероятность попадания в полосу по высоте цели (p_{2_y}).

При стрельбе по невысоким целям прицеливание производится обычно под основание цели с прицелом, соответствующим дальности до цели. Это — одна из причин того, что горизонтальная ось рассеивания не будет проходить посредине высоты цели. Ввиду неизбежности ошибок при определении установки прицела стреляющий может рассчитывать только на то, что основание цели находится где-то в пределах сердцевины рассеивания. Поэтому нужно определить среднюю вероятность попадания в полосу по высоте цели при условии, что основание цели не выходит за пределы сердцевинной полосы рассеивания.

На рис. 45 дана часть шкалы рассеивания по высоте.

Вв, увеличенное в 1,75 раза, равно $0{,}26 \cdot 1{,}75 = 0{,}46$ *м*.

В том же масштабе намечено шесть возможных положений цели при условии, что ее основание не выходит за пределы сердцевинной полосы рассеивания.

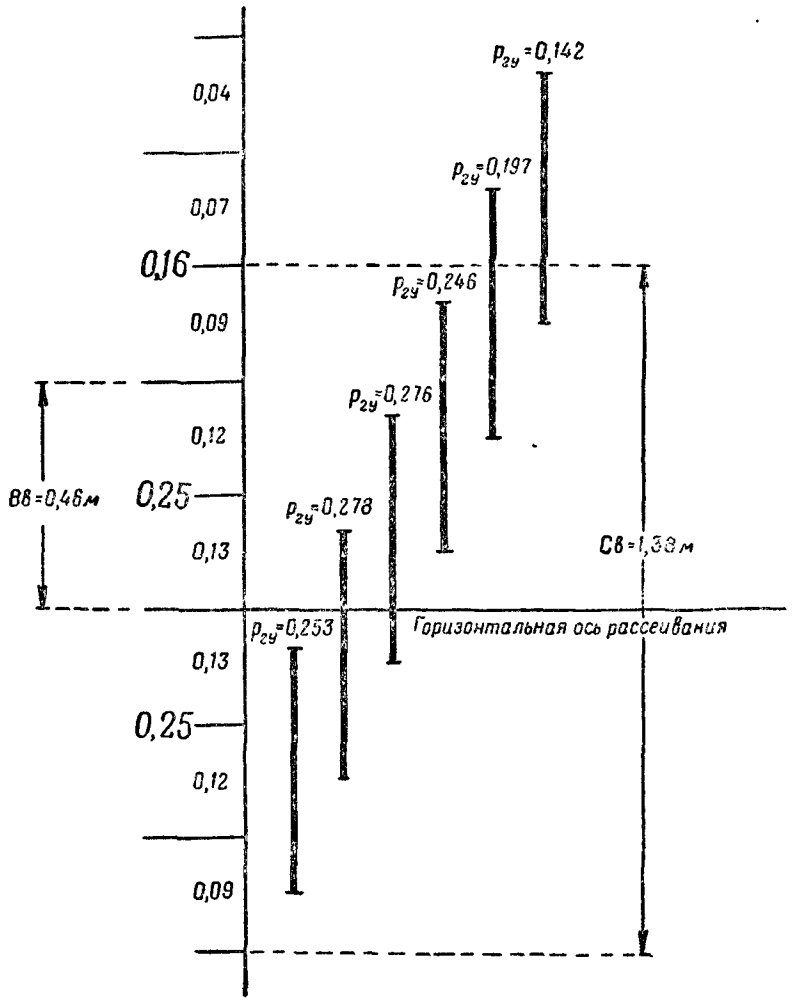

Рис. 45. Определение вероятности попадания в полосу по высоте цели при условии, что основание цели находится где-то в пределах сердцевины рассеивания

По шкале рассеивания подсчитана вероятность попадания в полосу по высоте цели p_{2y} для каждого из возможных ее положений.

$$p_{2y}(\text{средняя}) = (0{,}253 + 0{,}278 + 0{,}276 + 0{,}246 + 0{,}197 + 0{,}142) : 6 = 0{,}232, \text{ или } 23{,}2\%.$$

Определяем количество патронов для поражения групповой цели по формуле (17):

$$n = \frac{a_n 2y Фр}{p_{2y} s}.$$

Находим численное значение величин, входящих в формулу, по условиям взятого примера.

a_n — математическое ожидание числа попаданий в одну фигуру, необходимое для заданной степени поражения цели, находится по табл. 4 (приложение 4); уничтожение цели (поражение 80% фигур) возможно при $a_n = 1{,}52$; подавление (50% фигур) — при $a_n = 0{,}66$.

$2y$ — высота цели (одной фигуры); высота грудной фигуры $2y = 0{,}5$ *м*.

$Фр$ — фронт цели в метрах; во взятом примере $Фр = 10$ *м*.

p_{2y} — вероятность попадания в полосу равна 0,232.

s — площадь одной фигуры (грудной) равна 0,18 *м*^{2}.

Для поражения цели на 50% (подавить)

$$n = \frac{0{,}66 \cdot 0{,}5 \cdot 10}{0{,}232 \cdot 0{,}18} = 79 \text{ патронам.}$$

Для поражения цели на 80% (уничтожить)

$$n = \frac{1{,}52 \cdot 0{,}5 \cdot 10}{0{,}232 \cdot 0{,}18} = 182 \text{ патронам.}$$

Итак, при стрельбе на 700 *м* по грудным фигурам на фронте 10 *м* для поражения 50% фигур требуется 79 патронов, для поражения 80% фигур — 182 патрона. Путем сравнения можно определить, что полученные данные больше, чем указано в таблице, приведенной в Наставлении по стрелковому делу, в 2 раза. Примерно такой же коэффициент увеличения количества патронов (по сравнению с табличными данными) будет и для других дальностей стрельбы.

Этим и объясняется указание об увеличении табличных норм патронов в условиях оборонительного боя в 2 раза. В условиях наступательного боя требуемое количество патронов еще больше, так как чаще будет вестись стрельба на поражение целей методом обстрела площадей.

Таким образом, таблица, приведенная в Наставлении по стрелковому делу, дает исходные ориентировочные нормы расхода патронов для выполнения огневых задач. При стрельбе на поражение по широким целям эти нормы следует увеличивать в 2 раза.

Пример. Цель — грудные фигуры на фронте 30 *м*. Дальность стрельбы 600 *м*. Задача — подавить цель. Определить количество патронов.

Решение. По таблице в Наставлении по стрелковому делу находим, что для поражения 50% грудных фигур на фронте 10 *м* требуется 35 патронов. Тогда на 30 *м* фронта цели необходимо: $35 \cdot 3 \cdot 2 = 210$, округленно 200 патронов.

Команда: **«По группе стрелков, шесть, тяжелая, целик ноль, наводить в левый край цели, с рассеиванием на ширину цели, двести патронов — огонь».**

Определение количества патронов при стрельбе по широкой цели по таблице в Наставлении по стрелковому делу не всегда удобно в полевых условиях. Существует простое правило определения количества патронов без таблиц, которое можно легко изучить в процессе занятий.

Наиболее характерными и часто встречающимися неподвижными групповыми целями для станковых пулеметов являются залегшие группы пехоты противника. Такие цели обычно видны стреляющему как головные и грудные фигуры. В Наставлении по стрелковому делу указан расход патронов для подавления цели, состоящей только из головных или только из грудных фигур, на фронте 10 *м*. Из этих таблиц взято среднее, результаты увеличены вдвое и с округлением до десятков сведены в табл. 4. Так, например, при стрельбе тяжелой пулей на дальность 600 *м* для поражения 50% головных фигур требуется 60 патронов, для поражения 50% грудных фигур — 35 патронов.

Тогда расход патронов

$$n = \left(\frac{60 + 35}{2}\right) \cdot 2 = 95,$$

округленно 100.

На основании этой таблицы можно вывести следующее простое правило определения количества патронов при стрельбе по широким целям с одной установкой прицела: **для поражения 50% состава групповой широкой цели, состоящей из головных и грудных фигур, количество патронов на 10 *м* фронта цели примерно равно 20% ($^1/_5$) дальности стрельбы в метрах.**

Таблица 4

Количество патронов для поражения 50% состава групповой цели, состоящей из головных и грудных фигур, на фронте 10 м при стрельбе с одной установкой прицела

(для легкой и тяжелой пули)

Дальность стрельбы, *м*	Количество патронов на 10 *м* фронта цели
200	50
400	70
600	100
800	140
1000	180
1200	240

Примечания: 1. Для поражения до 80% фигур количество патронов увеличивается в 2,5 раза.

2. Для поражения 50% ростовых и бегущих фигур количество патронов уменьшается в 3—4 раза.

Пример. Дальность стрельбы 400 *м*. Цель — головные и грудные фигуры на фронте 30 *м*. Определить количество патронов для поражения 50% состава групповой цели.

Решение. На 10 *м* фронта цели требуется 80 патронов ($Д = 400$ *м*; $400 : 5 = 80$); на 30 *м* фронта необходимо

$$80 \cdot 3 = 240 \text{ патронов.}$$

Расчет патронов для стрельбы по групповым целям, расположенным на площади. Стрельба по групповым целям, расположенным на площади, может вестись двумя способами: с одновременным рассеиванием по фронту и в глубину или с рассеиванием по фронту с разными установками прицела.

Для выполнения огневой задачи при стрельбе любым из этих двух способов потребуется одинаковое количество патронов. Поэтому рассмотрим только стрельбу с рассеиванием по фронту с разными установками прицела.

Чем больше глубина цели, тем больше потребуется установок прицела, тем больше должен быть расход патронов для выполнения огневой задачи. Разберем определение количества патронов для стрельбы на каждой установке прицела.

Положим, что цель расположена на площади глубиной 300 *м*. Расстояние до ближнего края цели 600 *м*, до дальнего 900 *м*. Для того чтобы равномерно обстрелять всю площадь, на которой расположена цель, следует стрелять с прицелами 6, 7, 8 и 9 с рассеиванием по фронту на ширину цели. Рассмотрим распределение пуль по дальности при такой стрельбе, если считать, что рассеивание по дальности будет больше, чем при стрельбе огнем в точку, в 1,5—2 раза (в среднем в 1,75 раза).

На рис. 46 в условном масштабе показаны размеры полного рассеивания пуль по дальности при стрельбе с указанными прицелами. Расстояние между центрами рассеивания двух смежных прицелов соответствует 100 *м*. На рисунке показано распределение пуль по дальности на участках глубиной 20 *м* при условии, что на каждом из указанных прицелов произведено по 100 выстрелов. Расчет распределения пуль по участкам в 20 *м* произведен тем же методом, который был применен при обосновании правил корректирования огня скачками в одно деление прицела (см. стр. 58—60, рис. 23 и 24).

Как видно из рис. 46, площади рассеивания пуль с прицелами 6, 7, 8 и 9 перекрываются, в результате чего получается равномерное распределение пуль по дальности в пределах всей глубины цели. Это ясно из нижней строки рисунка, где подсчитано общее количество пуль, приходящихся на каждый из участков глубиной 20 *м*. В результате перекрытия площадей рассеивания плотность падения пуль в пределах сердцевинных полос увеличивается примерно в 2 раза. Так, например, при стрельбе с одной только установкой прицела 7 на двадцатиметровые участки в пределах сердцевинной полосы по дальности приходится 12, 11 и 9 пуль, а при стрельбе с прицелами 6, 7 и 8 на эти же участки приходится соответственно 20, 20 и 19 пуль.

Если бы стрельба велась только с одной установкой прицела по неглубокой цели, то для выполнения огневой задачи следовало бы взять двойную норму патронов из таблицы, приведенной в Наставлении по стрелковому делу, или воспользоваться табл. 4. Но так как при стрельбе с несколькими установками прицела плотность падения пуль в пределах сердцевинной полосы по дальности увеличивается в 2 раза, то на каждую установку прицела в этом случае достаточно взять одну норму патронов по таблице Наставления по стрелковому делу или половину нормы по табл. 4.

Таким образом, количество патронов для стрельбы по целям, расположенным на площади, определяется по числу установок прицела, необходимых для обстрела всей глубины цели. На каждую

Рис. 46. Расчет распределения пуль по дальности на участках глубиной 20 м при стрельбе с прицелами 6, 7, 8 и 9.

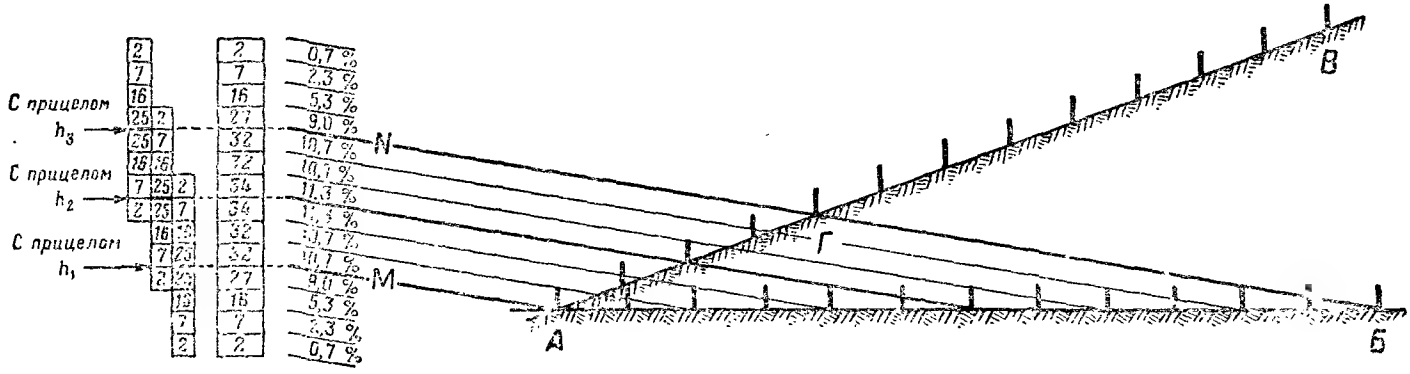

Рис. 47. Влияние наклона местности на поражение групповой глубокой цели

установку прицела количество патронов определяется по таблице Наставления по стрелковому делу.

При решении огневых задач в поле можно воспользоваться следующим правилом определения количества патронов при стрельбе по групповым целям, состоящим из головных и грудных фигур, расположенных на площади: **для поражения 50% состава групповой цели, состоящей из головных и грудных фигур, количество патронов на каждую установку прицела и на 10 *м* фронта цели равно примерно 10% ($^1/_{10}$) дальности стрельбы в метрах.**

Пример. Цель — залегшая пехота на фронте 30 *м*. Глубина цели 200 *м*. Расстояние до ближнего края цели 700 *м*. Определить количество патронов для поражения 50% фигур.

Решение. Стрельба должна вестись с тремя установками прицела —7, 8 и 9. Средняя дальность стрельбы 800 *м*. На одну установку прицела на каждые 10 *м* фронта цели необходимо 80 патронов (10% от 800), на 30 *м* фронта цели — $80 \cdot 3 = 240$ патронов. На три установки прицела требуется $240 \cdot 3 = 720$ патронов.

Рассмотрим, как определять количество патронов, если местность в районе цели расположена под углом к линии прицеливания (цель на встречном скате или стрельба сверху вниз).

На рис. 47 даны два положения цели глубиной 200 *м*: первое положение *АБ* — по линии прицеливания, второе положение *АВ* — под углом к линии прицеливания.

Для поражения цели *АБ* стрельба должна вестись с тремя установками прицела: h_1, h_2 и h_3. В левой части рис. 47 в условном масштабе показаны шкалы рассеивания по высоте, соответствующие указанным прицелам, откуда видно, что площади рассеивания взаимно перекрываются и создают один сплошной сноп траекторий.

С целью упрощения дальнейших рассуждений будем учитывать не весь сноп траекторий, а только часть его (*MN*), ограниченную центрами рассеивания, получающимися при стрельбе на двух крайних прицелах (h_1 и h_3). Кроме того, примем следующие допущения: траектории параллельны и распределение траекторий по высоте в пределах снопа *MN* равномерно.

Как видно из рис. 47, сноп траекторий *MN* захватывает всю глубину цели *АБ*. Положим, что на каждой из трех установок прицела будет израсходовано *n* патронов, что обеспечивает поражение 50% фигур в цели *АБ*. Какова при этом будет степень поражения цели *АВ*?

Из рисунка видно, что цель *АВ* захватывается снопом траекторий *MN* не на всю ее глубину, а только частично, на глубину *АГ*. Так как траектории параллельны и распределение их в пределах снопа *MN* равномерно, то вероятность поражения каждой фигуры будет одинакова, независимо от того, где она находится: в пределах *АГ* или в пределах *АБ*. Следовательно, в цели *АВ* будет поражено 50% фигур не на всей ее глубине, а только на глубине *АГ*. Для того чтобы выполнить огневую задачу, т. е. поразить 50% фигур на всей глубине цели *АВ*, необходимо продолжать стрельбу еще на нескольких установках прицела, причем на каждой из них следует произвести *n* выстрелов.

Таким образом, при любом положении цели количество патронов для стрельбы определяется по числу установок прицела, необходимых для обстрела всей глубины цели. Чем круче скат, на котором расположена групповая цель, тем больше потребуется установок прицела для ее поражения, тем больше должен быть расход патронов для выполнения огневой задачи.

Задачи

19. Подать команды для стрельбы тяжелой пулей на поражение групповой цели при следующих условиях:

Установка прицела	Стрельба ведется	Цель	Огневая задача	Положение цели относительно ориентира
а) 6	Одним пулеметом	Группа пехоты противника на фронте 20 *м* (грудные и головные фигуры)	Подавить	Правее 0-60 Дальше 100 *м*
б) 6	То же	Группа пехоты противника на фронте 20 *м* (бегущие фигуры)	Уничтожить	Левее 0-60 Ближе 100 *м*
в) 8,5	Взводом	Группа стрелков противника на фронте 50 *м* (грудные и головные фигуры)	Подавить	Правее 1-00 Дальше 50 *м*
г) 8,5	То же	Пулеметный взвод противника на фронте 30 *м* (грудные и головные фигуры)	Подавить	Левее 0-80 Дальше 150 *м*
д) 6	То же	Скопление пехоты противника в кустах на площади по фронту 50 *м* и в глубину 200 *м* (грудные и головные фигуры)	Подавить	Правее 1-20 Ближе 100 *м*

Глава 8

СТРЕЛЬБА ПО ДВИЖУЩИМСЯ НАЗЕМНЫМ ЦЕЛЯМ

Общая характеристика движущихся целей и особенности стрельбы по ним

Движущимися целями для станковых пулеметов могут быть следующие:

— **пешие цели** — стрелки (автоматчики, пулеметчики), подносчики патронов, связные;

— **конные цели** — всадники, орудия на конной тяге;

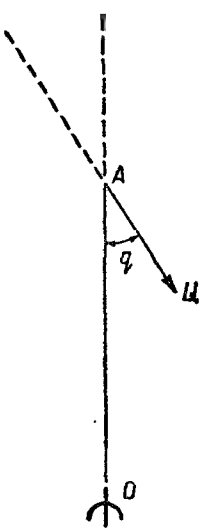

Рис. 48. Курсовой угол *q* движения цели:

АЦ — направление движения цели; *АО* — направление на пулемет

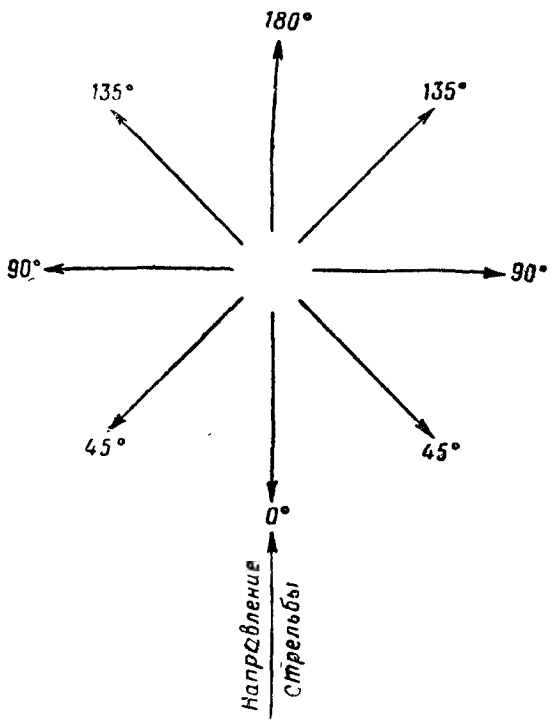

Рис. 49. Курсовые углы в зависимости от направления движения цели:

0°, 180° — фронтальное движение; 90° — фланговое движение; 45°, 135° — косое движение

— **мотоцели** — мотоциклисты, автомобили, пехота на танках.

Цели могут двигаться с разными скоростями и в разных направлениях. Так, например, скорость движения пешей цели может быть 1,5—4,5 *м/сек* (шагом или бегом), скорость движения всадника 4—8 *м/сек* (рысью или галопом), скорость движения мотоцели 3—12 *м/сек*.

Направление движения цели определяется **курсовым углом** *q*, т. е. углом у цели между направлением на пулемет и направлением движения цели (рис. 48). Курсовые углы выражаются в градусах и могут быть в пределах от 0 до 180°.

В зависимости от курсового угла движение цели может быть (рис. 49):

а) **фронтальным**, когда цель движется прямо на пулемет или от пулемета; курсовой угол в этих случаях равен 0 или 180°;

б) **фланговым**, когда цель движется под углом 90° к плоскости стрельбы;

в) **облическим**, когда цель движется под острым или тупым углом к плоскости стрельбы; если цель приближается к пулемету, курсовой угол будет меньше 90°, если удаляется от него, больше 90°.

Стрельба по движущейся цели значительно сложнее, чем по неподвижной, так как положение цели относительно стреляющего пулемета непрерывно изменяется. Вследствие этого стрельба по движущимся целям имеет особенности, которые приходится учитывать при решении огневых задач в крайне ограниченные сроки.

Представим себе, что в точке $Ц_1$ обнаружена цель, движущаяся в направлении *MN* с некоторой скоростью *v* (рис. 50). До момента открытия огня требуется какое-то время на подготовку исходных данных, на подачу команд и выполнение их расчетом. За это время цель продвинется на некоторое расстояние и окажется не в точке $Ц_1$, а в точке $Ц_2$. Поэтому при определении прицела и целика нужно исходить не из **исходной** дальности $ОЦ_1$, которая была в момент обнаружения цели, а из дальности $ОЦ_2$, которая будет к моменту стрельбы. Дальность

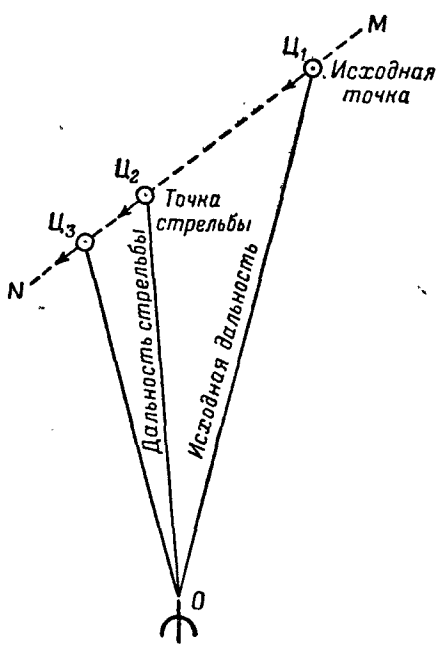

Рис. 50. Изменение положения движущейся цели по отношению к пулемету

$ОЦ_2$ называют **дальностью стрельбы**. Такова первая особенность стрельбы по движущимся целям.

Предположим, что к моменту выстрела цель находится в точке $Ц_2$ (см. рис. 50). Если направить ствол пулемета в точку $Ц_2$ и произвести выстрел, то за время полета пули цель из этой точки уйдет в точку $Ц_3$ и пуля пролетит позади цели. Поражение цели возможно только тогда, когда ствол пулемета будет направлен с таким расчетом, чтобы пуля и цель, имеющие разные скорости движения, встретились в одной точке $Ц_3$.

Это вторая особенность стрельбы по движущимся целям.

Упреждение на работное время. Рассмотрим порядок подготовки исходных данных для стрельбы и изготовки к стрельбе по движущейся цели.

Обнаружив цель в исходной точке $Ц_1$ (см. рис. 50), стреляющий (командир отделения, взвода) определяет направление и скорость движения цели и на основании этого намечает на местности **точку стрельбы** $Ц_2$. После этого он определяет дальность стрельбы $ОЦ_2$, установки прицела и целика и подает команды для открытия огня. Указанными действиями стреляющий должен упредить цель, т. е. обеспечить расчету время, в течение которого он может подготовить пулемет к стрельбе до подхода цели к намеченной на местности точке.

Расстояние от исходной точки до точки стрельбы, обеспечивающее время на подготовку исходных данных и на изготовку к стрельбе, называется **упреждением на работное время.**

Для того чтобы определить установки прицела и целика, подать команду и изготовиться к стрельбе из станкового пулемета, потребуется около 30 секунд. Из этого примерно и нужно исходить при выборе точки стрельбы с учетом скорости движения цели.

При движении цели в плоскости стрельбы прицел устанавливается соответственно расстоянию не до исходной точки, а до точки стрельбы. За 30 секунд пешая цель может продвинуться на 60—120 *м*, поэтому прицел устанавливается на 1—2 деления меньше (больше) расстояния, на котором обнаружена цель. За это же время мотоцель может продвинуться на 200—300 *м*, поэтому прицел устанавливается на 2—3 деления меньше (больше) расстояния до цели.

Упреждение на полетное время. Рассмотрим некоторые величины, изображенные на рис. 51, и установим зависимость между ними.

S — путь, проходимый целью за время полета пули. Величина этого пути определяется как произведение скорости движения цели v на время полета пули t, т. е.

$$S = vt.$$

$Уп_x$ — перемещение цели по дальности за время полета пули, или **упреждение по дальности.**

$Уп_z$ — боковое перемещение цели за время полета пули, или **упреждение по боковому направлению.**

Величина упреждения как по дальности, так и по боковому направлению зависит от скорости движения цели, курсового угла и времени полета пули на данную дальность.

Из рис. 51 видно:

1) $Уп_x = S \cdot \cos q$, а так как $S = vt$, то $Уп_x = vt \cdot \cos q$;

2) $Уп_z = S \cdot \sin q = vt \cdot \sin q$.

Примеры: 1. Дальность стрельбы 800 *м*, стрельба ведется легкой пулей. Цель — мотоциклист, движущийся со скоростью $v = 10$ *м/сек*.

Курсовой угол $q = 30°$.

Определить упреждение по дальности и по боковому направлению.

Решение. Время полета пули на 800 *м*

$$t = 1{,}47 \text{ секунды};$$

$$\cos q = \cos 30° = 0{,}9;$$

$$\sin q = \sin 30° = 0{,}5;$$

$$Уп_x = vt \cdot \cos q = 10 \cdot 1{,}47 \cdot 0{,}9 = 13{,}2 \text{ м};$$

$$Уп_z = vt \cdot \sin q = 10 \cdot 1{,}47 \cdot 0{,}5 = 7{,}35 \text{ м}.$$

2. Дальность стрельбы 600 *м*. Стрельба ведется легкой пулей. Цель — связной, движущийся со скоростью $v = 3$ *м/сек*.

Курсовой угол $q = 90°$.

Определить упреждение по дальности и по боковому направлению.

Решение. Время полета пули на 600 *м*

$$t = 0{,}97 \text{ секунды};$$

$$\cos q = \cos 90° = 0; \quad \sin q = \sin 90° = 1;$$

$$Уп_x = vt \cdot \cos q = 3 \cdot 0{,}97 \cdot 0 = 0;$$

$$Уп_z = vt \cdot \sin q = 3 \cdot 0{,}97 \cdot 1 = 2{,}91 \text{ м}.$$

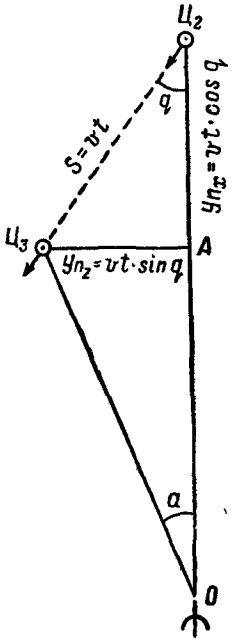

Рис. 51. Упреждение на полетное время пули:

а — боковое угловое упреждение

По результатам решения примеров 1 и 2 можно сделать вывод о практическом значении упреждения на полетное время как по дальности, так и по боковому направлению.

Упреждение по дальности не имеет практического значения, поэтому оно и не учитывается, так как величина его обычно с избытком перекрывается сердцевинной полосой рассеивания по дальности. В примере 1 взята быстро движущаяся цель, однако и в этом случае упреждение по дальности в 3 раза меньше половины сердцевинной полосы рассеивания.

Упреждение по боковому направлению учитывается во всех случаях, так как величина его обычно бывает больше половины сердцевинной полосы рассеивания по боковому направлению. В примере 2 взята медленно движущаяся цель, однако и в этом случае величина упреждения в 10 раз больше половины сердцевинной полосы рассеивания по боковому направлению.

Таким образом, основной задачей при стрельбе по движущимся целям является определение упреждения по боковому направлению.

Способы стрельбы по движущимся целям

Стрельба по движущимся целям может вестись самостоятельно наводчиком или по команде командира отделения (взвода).

Рассмотрим два существующих способа стрельбы из станковых пулеметов по движущимся наземным целям: способ сопровождения и способ огневого нападения.

Способ сопровождения. Сущность этого способа заключается в том, что по мере движения цели наводчик сопровождает ее огнем, плавно перемещая линию прицеливания во время стрельбы соответственно скорости движения цели.

При появлении цели командир отделения (взвода) производит следующую работу:

— в соответствии со скоростью и курсовым углом движения цели намечает на местности точку стрельбы и определяет дальность стрельбы;

— определяет установку прицела соответственно полученной дальности стрельбы;

— определяет величину упреждения по боковому направлению с учетом скорости и курсового угла движения цели;

— подает команду для открытия огня.

При стрельбе из станковых пулеметов упреждение по боковому направлению удобнее учитывать не в линейных мерах, а в угловых величинах — в тысячных. Если линейное упреждение по боковому направлению

$$Уп_z = vt \cdot \sin q,$$

то угловое упреждение в тысячных можно выразить формулой

$$Уп_z = \frac{vt \cdot \sin q}{0{,}001Д}. \qquad (18)$$

Пример. Стрельба ведется тяжелой пулей по автомобилю, движущемуся справа налево со скоростью $v = 6$ *м/сек* (22 *км/час*). Курсовой угол $q = 30°$. Дальность стрельбы 700 *м*.

Определить установку прицела и упреждение по боковому направлению в тысячных.

Р е ш е н и е. Время полета пули на 700 *м*

$$t = 1{,}16 \text{ секунды};$$

$$\sin q = \sin 30° = 0{,}5;$$

$$Уп_z = \frac{vt \cdot \sin q}{0{,}001Д} = \frac{6 \cdot 1{,}16 \cdot 0{,}5}{0{,}7} = 5 \text{ тыс., или } 0\text{-}05.$$

Стрельба должиа вестись с прицелом 7 и с целиком влево 5. Точка наводки — центр цели.

Стрельба по движущимся целям требует быстрого определения установок прицела и целика, поэтому при появлении целей не могут быть выполнены какие-либо сложные вычисления, связанные с определением величины упреждения. Для ускорения подготовки данных применяются рассчитанные указанным выше способом таблицы упреждения для стрельбы по целям, движущимся под углом 90° к плоскости стрельбы.

В табл. 5 даются округленные величины упреждений для разных скоростей движения цели. Данными этой таблицы можно пользоваться при стрельбе как легкой, так и тяжелой пулей.

Таблица 5

Упреждения по боковому направлению при стрельбе по движущимся целям способом сопровождения

Скорость движения цели / Дальность стрельбы, *м*	Пешая шагом 1,5 *м/сек*	Пешая бегом и мотоцель		Мотоцель 10 *м/сек*
		3 *м/сек*	4,5 *м/сек*	
	тысячные			
200—400	2	4	6	14
500—800	2,5	5	7—8	16—17
900—1000	3	6	9	19

Примечание. При движении цели под углом 30 или 150° упреждение уменьшается в 2 раза, под углом 45 или 135° упреждение уменьшается на $^1/_3$.

Во время стрельбы командир отделения (взвода) наблюдает за падением пуль и, если нужно, подает команды для корректирования огня.

Пример. Цель — связной на расстоянии 600 *м*, перебегающий слева направо со скоростью 3 *м/сек*. Курсовой угол 90°. Стрельба ведется одним пулеметом легкой пулей.

Решение. Боковое упреждение (согласно табл. 5) равно 5 тыс.

Команда: **«По связному, шесть, легкая, целик вправо пять, сопровождением, длиной очередью — огонь».**

Наводчик наводит пулемет в цель и, не докладывая о готовности к стрельбе, открывает огонь, а затем перемещает линию прицеливания по мере продвижения цели.

Наблюдение: Недолет.

Команда: **«Семь—огонь».**

Наводчик повторяет стрельбу с прицелом 7 длинной очередью.

Способ огневого нападения. Сущность этого способа заключается в следующем.

При появлении цели пулемет наводится в какую-либо точку на местности впереди цели по пути ее движения. При подходе цели к этой точке наводчик по команде командира или самостоятельно выпускает очередь автоматического огня в точку с таким расчетом, чтобы движущаяся цель, пересекая «неподвижный» сноп траекторий, попала под воздействие огня.

Рассмотрим, с каким упреждением должна вестись такая стрельба и какова должна быть длина очереди.

Правильное разрешение этих вопросов возможно только с учетом рассеивания траекторий и других ошибок, какие могут быть при такой стрельбе. При этом необходимо учесть следующие основные ошибки: неправильное определение скорости и курсового угла движения цели и несвоевременное начало стрельбы наводчиком (преждевременное или запоздалое нажатие на спусковой рычаг).

Положим, что скорость и курсовой угол движения цели определены правильно, а наводчик своевременно нажал на спусковой рычаг. В этом случае при стрельбе с упреждением, равным $vt \cdot \sin q$, первая пуля очереди выстрелов пересечет плоскость движения цели в тот момент, когда цель окажется в середине снопа траекторий. Следовательно, первую половину снопа траекторий (4 *Вб*) цель пройдет без поражения, и только при прохождении второй половины этого снопа цель может быть поражена.

Для того чтобы использовать весь сноп траекторий и тем самым увеличить вероятность поражения цели, надо упреждение $vt \cdot \sin q$ увеличить на 4 *Вб*. Мы получим

$$Уп_z = vt \cdot \sin q + 4Вб.$$

При ошибке в определении скорости и курсового угла движения цели стрельба будет вестись с ошибочным упреждением. Если ошибка окажется в бóльшую сторону, то при стрельбе короткой очередью (в 3—5 выстрелов) все пули пролетят впереди цели; если же ошибка окажется в меньшую сторону, пули запоздают и пролетят позади цели. Очевидно, чтобы первые пули не запоздали и не оказались позади цели, стрельба должна начинаться с упреждением, заведомо бóльшим $vt \cdot \sin q + 4$ *Вб*, а для того чтобы впереди цели могли оказаться не все пули (а только часть их), надо увеличить длину очереди.

Вполне понятно, что величина упреждения и длина очереди при этом должны быть рациональными, обеспечивающими надежность и экономичность стрельбы.

Практикой установлено, что истинная скорость движения цели (точнее — истинная боковая слагаемая скорости) может быть в 1,5 раза больше или в 1,5 раза меньше найденной скорости. Из этого мы и будем исходить при своих дальнейших рассуждениях и расчетах.

Найденная скорость движения цели равна v, упреждение для этой скорости равно vt (где t — время полета пули до цели). Истинная скорость может быть больше найденной скорости в 1,5 раза; иначе говоря, она может быть равной 1,5 v. Упреждение для такой скорости должно быть равно 1,5 vt.

Кроме того, необходимо учесть возможное запоздание в открытии огня наводчиком. Поэтому упреждение 1,5 vt надо округлить до 2 vt. С учетом курсового угла движения цели и рассеивания траекторий получим линейное упреждение (в метрах)

$$2vt \cdot \sin q + 4Вб;$$

угловое упреждение (в тысячных)

$$Уп_z = \frac{2vt \cdot \sin q + 4Вб}{0{,}001Д}. \qquad (19)$$

Пример. Стрельба ведется легкой пулей по мотоциклисту на расстоянии 600 *м*. Стреляющий определил: скорость движения цели 6 *м/сек*, курсовой угол 45°. Определить величину упреждения в тысячных.

Р е ш е н и е. По таблицам находим (для дальности 600 *м*): время полета пули $t = 0{,}97$ секунды; *Вб* (увеличенное в 1,75 раза) равно 0,38 *м*;

$$\sin q = \sin 45° = 0{,}7;$$

$$Уп_z = \frac{2vt \cdot \sin q + 4Вб}{0{,}001Д} = \frac{2 \cdot 6 \cdot 0{,}97 \cdot 0{,}7 + 4 \cdot 0{,}38}{0{,}6} = 16 \text{ тыс., или } 0\text{-}16.$$

В табл. 6 даны упреждения при стрельбе способом огневого нападения, рассчитанные по формуле (19) для разных скоростей движения цели под углом 90°.

Т а б л и ц а 6

Упреждения по боковому направлению при стрельбе по движущимся целям способом огневого нападения

Скорость движения цели / Дальность стрельбы, *м*	10 *км час* (2,8 *м сек*)	20 *км час* (5,6 *м сек*)	30 *км час* (8,3 *м сек*)
	тысячные		
200	9	16	23
400	10	18	26
600	12	21	29
800	13	23	33

По данным этой таблицы можно вывести весьма простое правило определения величины упреждения при стрельбе способом огневого нападения.

Из таблицы видно, что величины упреждения (для той или иной скорости движения цели) при стрельбе на дальности в пределах 200—800 *м* не имеют существенного различия. Это дает возможность пользоваться средней величиной упреждения при стрельбе на все указанные дальности. Так, например, для скорости движения цели 10 *км/час* средняя величина упреждения равна 11 тыс., 20 *км/час* — 19,5 тыс., 30 *км/час* — 28 тыс. Как видно, средняя величина упреждения весьма близка (численно) к скорости движения цели. На основании этого правило определения величины упреждения можно сформулировать так: **величина упреждения в тысячных численно равна скорости движения цели, выраженной в километрах в час.**

Пример. Стрельба ведется по автомобилю на расстоянии 600 *м*. Стреляющий определил: скорость движения цели 30 *км/час*, курсовой угол 45°.

Р е ш е н и е. При движении цели под углом 90° стрельба должна вестись с упреждением в 30 тыс. В данном случае цель движется под углом 45°, поэтому упреждение надо уменьшить на $^1/_3$, т. е. вести стрельбу с упреждением в 20 тыс.

К о м а н д а: **«По автомобилю, шесть, легкая, целик ноль, наводить в куст у дороги, (количество патронов)».**

В тот момент, когда цель не дойдет до точки наводки на 20 тыс., подается команда **«Огонь».**

Кроме того, правило определения величины упреждения может быть выражено так: **при стрельбе по цели, перебегающей со ско-**

ростью 3 *м/сек*, величина упреждения равна 10—12 тыс.; при увеличении (уменьшении) скорости движения цели величина упреждения пропорционально увеличивается (уменьшается).

Рассмотрим, какова должна быть длина очереди, чтобы при стрельбе с упреждением $2\,vt + 4\,Вб$ (когда курсовой угол равен 90°), цель, двигаясь с любой скоростью меньше 1,5 v, успела не только подойти к снопу траекторий, но и пересечь его.

Очевидно, что чем меньше окажется истинная скорость движения цели по сравнению с максимально возможной скоростью (1,5 v), тем больше потребуется времени для подхода цели к снопу траекторий, тем длиннее должна быть очередь выстрелов.

Возьмем крайний случай, когда истинная скорость движения цели окажется в 1,5 раза меньше найденной скорости v, т. е. будет равна $v : 1{,}5 = 0{,}67\,v$. Упреждение для такой скорости должно быть равно $0{,}67vt + 4\,Вб$. Но так как стрельба начинается с упреждением $2\,vt + 4\,Вб$, то пуля первого выстрела окажется впереди цели на величину отрезка, равного разности упреждений:

$$(2vt + 4Вб) - (0{,}67vt + 4Вб) = 1{,}33vt.$$

Следовательно, чтобы цель успела подойти к снопу траекторий, стрельба в точку должна вестись очередью в течение некоторого времени T, обеспечивающего прохождение целью всего отрезка, равного 1,33 vt. Для того чтобы цель прошла этот отрезок со скоростью 0,67 v, потребуется время

$$T = \frac{1{,}33vt}{0{,}67v} = 2t,$$

где t — время полета пули до цели.

За одну секунду пулемет выпускает k выстрелов (скорострельность). Тогда длину очереди по количеству выстрелов можно выразить так:

$$N_1 = 2tk. \qquad (20)$$

Выше было сказано, что при открытии огня наводчик может несвоевременно нажать на спусковой рычаг. Запаздывание в открытии огня мы учли, увеличив упреждение с 1,5 до 2 vt. Для того чтобы учесть преждевременное открытие огня в пределах 0,5 секунды, нужно увеличить длину очереди [формула (20)] на 0,5 k (на число выстрелов за 0,5 секунды). Тогда формула, которой определяется длина очереди, будет иметь следующий вид:

$$N_2 = 2tk + 0{,}5k. \qquad (21)$$

По формуле (21) определяется такая длина очереди, которая обеспечивает подход цели, движущейся со скоростью 0,67 v, только к краю снопа траекторий (при условии преждевременного открытия огня на 0,5 секунды). Для того чтобы при тех же условиях цель всей своей широкой частью ($2z$) успела пройти весь сноп траекторий ($8\,Вб$), надо увеличить длину очереди на $\frac{8\,Вб + 2z}{0{,}67v}k$. Сложив это

выражение с предыдущим (формула 21), получим полную формулу длины очереди при стрельбе способом огневого нападения:

$$N = 2tk + 0{,}5k + \frac{(8B\delta + 2z)\,k}{0{,}67v}. \qquad (22)$$

Если считать скорострельность пулемета $k = 10$, то эту формулу можно упростить так:

$$N = 20t + 5 + \frac{(8B\delta + 2z) \cdot 10}{0{,}67v}. \qquad (23)$$

Пример. Стрельба ведется легкой пулей по мотоциклисту на расстоянии 500 *м*. Стреляющий определил: скорость движения цели $v = 8$ *м/сек*; курсовой угол 90°. Определить длину очереди.

Решение. По таблицам находим (для дальности 500 *м*): время полета пули $t = 0{,}76$ секунды; $B\delta$ (увеличенное в 1,75 раза) равно 0,32 *м*. Ширина цели $2z = 0{,}5$ *м*.

$$N = 20 \cdot 0{,}76 + 5 + \frac{(8 \cdot 0{,}32 + 0{,}5) \cdot 10}{0{,}67 \cdot 8} = 26 \text{ выстрелам.}$$

Ниже приводится таблица длины очереди, рассчитанная по формуле (23) для стрельбы по целям, движущимся с разными скоростями под углом $q = 90°$. Ширина цели $2z = 0{,}5$ *м*.

Таблица 7

Длина очереди при стрельбе по движущимся целям способом огневого нападения (ширина цели $2z = 0{,}5$ *м*)

Скорость движения цели / Дальность стрельбы, *м*	10 *км час* (2,8 *м/сек*)	20 *км час* (5,6 *м/сек*)	30 *км час* (8,3 *м/сек*)
	длина очереди, выстрелов		
200	17	13	12
400	28	22	20
600	41	33	30
800	52	40	37

В условиях боевой обстановки длина очереди регулируется наводчиком на слух, поэтому нет практической необходимости запоминать точные данные табл. 7. Достаточно запомнить только следующее: **при стрельбе по целям с любой скоростью движения на расстояниях 200—400 *м* длина очереди должна быть равной 15—30 выстрелам, на расстояниях 400—800 *м* — 30—50 выстрелам.**

Во время стрельбы командир отделения (взвода) наблюдает за падением пуль и, если нужно, корректирует огонь по дальности.

Пример. Стрельба ведется одним пулеметом. Цель — связной на расстоянии 700 *м*, перебегающий справа налево со скоростью 3 *м/сек*. Курсовой угол 90°.

Команда: **«По связиому, семь, тяжелая, целик ноль, наводить в куст у дороги, сорок патронов».**

По мере приближения цели к кусту наводчик уточняет наводку по высоте. Командир отделения в это время с помощью бинокля отыскивает на местности вспомогательную точку правее точки наводки (куста) на 10—12 тыс. В момент подхода цели к вспомогательной точке командир отделения командует: **«Огонь».**

Наблюдение: Перелет.

Команда: **«Прицел шесть, наводить в черный пень»** и т. д.

Если на местности не оказалось ясно видимых точек наводки, командир отделения командует: **«По связному, семь, тяжелая, упреждение влево десять, очередями по сорок патронов — огонь».**

По этой команде наводчик самостоятельно выбирает точки наводки и при подходе цели к каждой точке на 10 тыс. выпускает очередь в 40 патронов.

Стрельба взводом ведется так же, как и одним пулеметом. Если есть возможность, командир взвода указывает наводчикам общие точки наводки; огонь в этом случае открывается по команде командира взвода.

В тех случаях, когда у командира есть сомнения в точности определения установки прицела, стрельба ведется с рассеиванием в глубину. При выполнении огневой задачи взводом вместо рассеивания в глубину применяется стрельба с разными установками прицелов на пулеметах.

Пример. Цель — мотоциклист на расстоянии 900 *м*, движущийся по шоссе слева направо со скоростью 25 *км/час*. Курсовой угол 30° (цель приближается).

Решение. Цель приближается, поэтому дальность стрельбы должна быть меньше исходной дальности. Командир взвода наметил точку наводки — километровый столб у шоссе на расстоянии 700 *м* от огневой позиции. Так как цель движется под углом 30°, стрельба должна вестись с упреждением $25 : 2 \approx 12$ тыс.

Команда: **«По мотоциклисту, первому пулемету шесть, второму семь, третьему восемь, легкая, целик иоль, наводить в основание километрового столба, сорок патронов, взводом».**

В момент подхода цели к точке наводки на 12 тыс. командир взвода командует: **«Огонь».**

Итак, стрельбу из станковых пулеметов по движущимся целям можно вести способом **сопровождения** или способом **огневого нападения.** Рассмотрим, в каких случаях нужно применять эти способы.

Предположим, что командир отделения (взвода) обнаружил быстро движущуюся цель (мотоциклист, автомобиль). Стрельба ведется обычными пулями. Наблюдение за падением пуль затруднено. Для ведения огня способом сопровождения командир должен в течение нескольких секунд определить скорость и направление движения цели и на основании этого назначить установку целика. Это весьма сложная задача, при решении которой часто могут быть очень большие ошибки. На самом деле, можно ли быть уверенным в том, что цель движется со скоростью 6 *м/сек*, а не 4 и не 8 *м/сек*, или в том, что курсовой угол равен 45°, а не 30 и не 60°. Конечно, такой уверенности не будет. Если будет допущена значительная ошибка в определении установки целика в бо́льшую или меньшую сторону, то даже при отличной технике стрельбы наводчика способом сопровождения пули будут пролетать впереди или позади цели.

При стрельбе способом огневого нападения эта задача решается проще и быстрее, так как командиру нет надобности уделять внимание точности определения скорости и направления движения цели. Проще назначить установку целика, заведомо бо́льшую, а длину оче-

реди такую, чтобы она обеспечила пересечение целью снопа траекторий.

Следует также учесть, что стрельба способом сопровождения требует лучшей подготовки наводчика, чем стрельба способом огневого нападения. Во время стрельбы способом сопровождения наводчик должен уметь плавно перемещать линию прицеливания в соответствии с угловой скоростью движения цели. Это осложняется тем, что наблюдение за целью во время стрельбы затруднительно. При стрельбе по целям, движущимся на встречном скате в облическом направлении, способ сопровождения совсем неприменим, так как одновременное перемещение линии прицеливания по боковому направлению и по высоте технически трудно выполнимо.

Из всего сказанного можно заключить, что при стрельбе обычными пулями способ огневого нападения является основным способом стрельбы из станковых пулеметов по движущимся наземным целям.

Стрельба способом сопровождения применяется в следующих случаях:

— при хорошей видимости рикошетов или при наличии трассирующих пуль, когда есть возможность определить ошибку упреждения во время стрельбы и устранить ее;

— по целям с небольшой скоростью движения (пешие цели при передвижении шагом или бегом);

— по целям, быстро уходящим в укрытие.

Вероятность поражения движущихся целей

Рассмотрим определение вероятности поражения движущейся цели при стрельбе способом огневого нападения.

Как было сказано выше, способ огневого нападения основан на том, что движущаяся цель в какой-то момент стрельбы пересекает сноп траекторий. Следовательно, часть пуль оказывается позади и впереди цели. Значит, вероятность поражения цели не зависит от длины очереди (при условии, что длина очереди обеспечивает пересечение целью плоскости стрельбы). Поэтому при данном способе стрельбы можно ставить вопрос только о вероятности поражения цели пулями одной очереди.

Представим себе мишень, прикрепленную на бесконечно длинном щите, равномерно движущемся перпендикулярно к плоскости стрельбы. Положим, что высота щита больше высоты цели и позволяет перехватить все выпущенные пули (рис. 52).

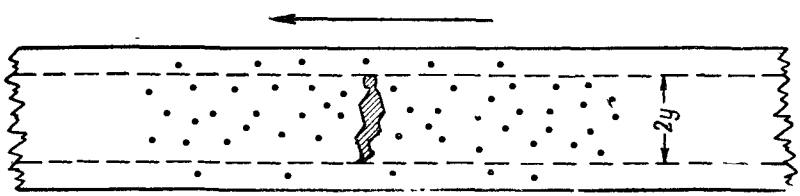

Рис. 52. Распределение пробоин при стрельбе по движущемуся щиту

При стрельбе в точку по этой мишени способом огневого нападения получится равномерное распределение пробоин на щите по боковому направлению подобно тому, как при стрельбе по неподвижному щиту, но с равномерным рассеиванием по фронту.

Математическое ожидание числа попаданий в цель при стрельбе с рассеиванием по фронту определяется по формуле (16):

$$a_n = \frac{p_{2y} s n}{2y \Phi p},$$

где отношение $\frac{n}{\Phi p}$ есть плотность распределения пуль по фронту, или плотность огня на 1 *м* фронта цели.

При стрельбе в точку по цели, укрепленной на движущемся щите, плотность распределения пробоин по длине щита была бы равна отношению технической скорострельности k в одну секунду к скорости движения цели v, т. е. $\frac{k}{v}$.

Заменив отношение $\frac{n}{\Phi p}$ в формуле (16) отношением $\frac{k}{v}$, получим формулу для определения математического ожидания числа попаданий в движущуюся цель при стрельбе способом огневого нападения:

$$a_{оч} = \frac{p_{2y} s k}{2y v}. \qquad (24)$$

Полученная формула применима для тех случаев, когда цель движется под углом 90° к плоскости стрельбы. При движении цели под острым углом q со скоростью v боковая слагаемая этой скорости будет равна $v \cdot \sin q$; тогда формула определения математического ожидания числа попаданий в движущуюся цель будет иметь следующий вид:

$$a_{оч} = \frac{p_{2y} s k}{2y v \cdot \sin q}, \qquad (25)$$

где $a_{оч}$ — математическое ожидание числа попаданий в цель при одной очереди;
$2y$ — высота цели;
p_{2y} — вероятность попадания в полосу по высоте цели;
s — площадь цели;
k — техническая скорострельность пулемета (число выстрелов в 1 секунду);
v — скорость движения цели;
$\sin q$ — синус курсового угла движения цели.

Пример. Цель — стрелок, перебегающий слева направо под углом 90°. Дальность стрельбы 600 *м*. Скорость движения цели, по определению стреляющего, 3 *м/сек*.

Определить вероятность поражения цели при стрельбе способом огневого нападения. Стрельба ведется легкой пулей одной очередью. Середина цели находится в пределах сердцевинной полосы рассеивания по высоте.

Р е ш е н и е. 1. Определить вероятность попадания в полосу по высоте цели $2y$.

На рис. 53 дана часть шкалы рассеивания по высоте.

Срединное отклонение по высоте увеличено в 1,75 раза, $Bв = 0{,}26 \cdot 1{,}75 = 0{,}46$ *м*.

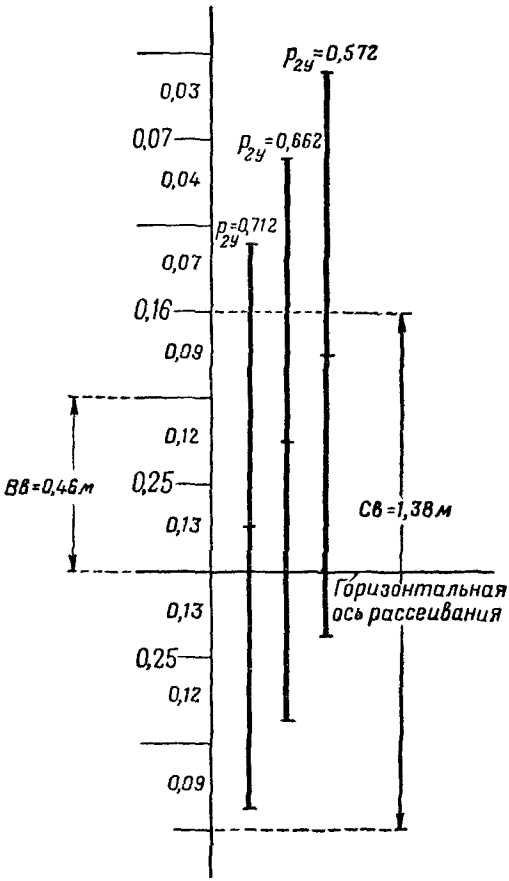

Рис. 53. Определение вероятности попадания в полосу по высоте цели при условии, что середина цели находится в пределах сердцевинной полосы рассеивания по высоте

В том же масштабе намечено три возможных положения цели в пределах одной половины *Св* (в пределах *Св* всего шесть положений).

По шкале рассеивания подсчитана вероятность попадания в полосу по высоте цели $2y$ для каждого из возможных ее положений.

p_{2y} (средняя) $= 2\ (0{,}712 + 0{,}662 + 0{,}572) : 6 = 0{,}65$.

2. Определить математическое ожидание числа попаданий в цель по формуле (24):

$$a_{оч} = \frac{p_{2y} sk}{2yv} = \frac{0{,}65 \cdot 0{,}4 \cdot 10}{1{,}5 \cdot 3} = 0{,}58.$$

3. По табл. 4 (приложение 4) находим, что вероятность поражения цели при $a_п$, равном 0,58, равна 0,46, или 46%.

Глава 9

ПОДГОТОВКА И ВЕДЕНИЕ ФЛАНГОВОГО И КИНЖАЛЬНОГО ОГНЯ

Действительность флангового огня

Настильность снопа траекторий станкового пулемета является одним из основных его боевых свойств, характеризующих действительность огня. Чем настильнее сноп траекторий, тем больше глубина поражаемой зоны, тем больше действительность огня при стрельбе по групповым целям.

Как в наступательном, так и в оборонительном бою групповые цели, как правило, широкие, т. е. более вытянуты по фронту, чем в глубину. Действительность огня при стрельбе по таким целям во многом зависит от направления стрельбы. Наиболее действительным для таких целей является фланговый огонь, так как в поражаемой зоне при этом окажется большее количество отдельных фигур, составляющих групповую цель.

Приведем боевой пример из опыта Великой Отечественной войны, характеризующий действительность флангового огня из станкового пулемета.

Стрелковая рота Н-ского полка овладела высотой. Третьему взводу роты было приказано закрепить высоту. Командир взвода выдвинул приданный взводу станковый пулемет на левый фланг взвода и приказал подготовить фланговый огонь по подступам к позиции взвода. Через полчаса гитлеровцы перешли в контратаку, стремясь вернуть важную высоту, но, встреченные фланговым огнем пулемета, вынуждены были залечь. В течение дня противник пять раз переходил в контратаку, но каждый раз безуспешно, так как встречался с губительным фланговым огнем пулемета.

Фланговый огонь применим во всех видах боя. В наступательном бою такой огонь применяется по контратакующим группам пехоты противника. Большое значение имеет применение заранее подготовленного флангового огня в условиях оборонительного боя с задачей уничтожения атакующей пехоты противника перед передним краем и в глубине обороны. Для выполнения этой задачи пулеметы располагаются на замаскированных огневых позициях и готовят данные для ведения огня в определенном направлении с таким расчетом,

чтобы сноп траекторий при стрельбе прегражда́л наиболее вероятные пути движения пехоты противника.

Наибольшую действительность фланговый огонь имеет на дальностях до 600 *м*, что является дальностью прямого выстрела по бегущим фигурам.

Для того чтобы иметь представление о действительности флангового огня, определим вероятность поражения групповых целей, пересекающих плоскость стрельбы.

На рис. 54 показаны положение снопа траекторий при стрельбе в точку с откре́пленным механизмом тонкой наводки на ровной местности на расстояние 600 *м* (с прицелом 6) и бегущие фигуры, пересекающие плоскость стрельбы на разных расстояниях от пулемета (100, 200, 300, 400 и 500 *м*). Превышения средней траектории над местностью, размеры рассеивания по высоте (увеличенные в 1,75 раза) и размеры фигур изображены в одинаковом масштабе.

Для примера определим вероятность поражения фигуры, пересекающей плоскость стрельбы под углом 90° на расстоянии 300 *м* (см. рис. 55, фигура 1).

Математическое ожидание числа попаданий в движущуюся фигуру определяется по формуле (25):

$$a_{\text{оч}} = \frac{p_{2y} s k}{2yv \cdot \sin q},$$

где $2y$ — высота цели; в данном случае учитываем высоту той части цели, которая накрывается снопом траекторий; в нашем примере $2y = 1{,}24$ *м*;

p_{2y} — вероятность попадания в бесконечно длинную полосу по высоте цели; в нашем примере $p_{2y} = 0{,}895$;

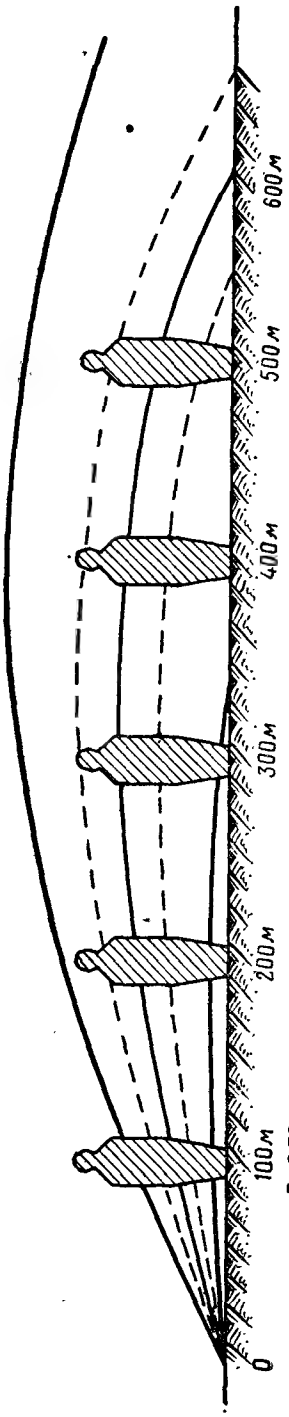

Рис. 54. Положение снопа траекторий относительно бегущих фигур при стрельбе на ровной местности на расстояние 600 *м*

s — площадь той части цели, которая накрывается снопом траекторий; в нашем примере $s = 0{,}35$ *м*^{2};

k — техническая скорострельность пулемета (число выстрелов в 1 секунду) равна 10;

v — скорость движения цели; скорость движения атакующей пехоты считаем равной 2 *м/сек;*

$\sin q$ — синус курсового угла движения цели; в нашем примере цель движется под углом 90°; $\sin q = 1$.

Заменив в формуле (25) буквенные обозначения соответствующими им величинами, получим

$$a_{оч} = \frac{0{,}895 \cdot 0{,}35 \cdot 10}{1{,}24 \cdot 2 \cdot 1} = 1{,}26 \text{ попадания.}$$

В табл. 4 (приложение 4) находим, что при $a_п = 1{,}26$ вероятность поражения цели равна 0,74, или 74%.

На рис. 54 внизу у каждой фигуры указаны вероятности поражения целей, пересекающих плоскость стрельбы на расстояниях 100, 200, 300, 400 и 500 *м*.

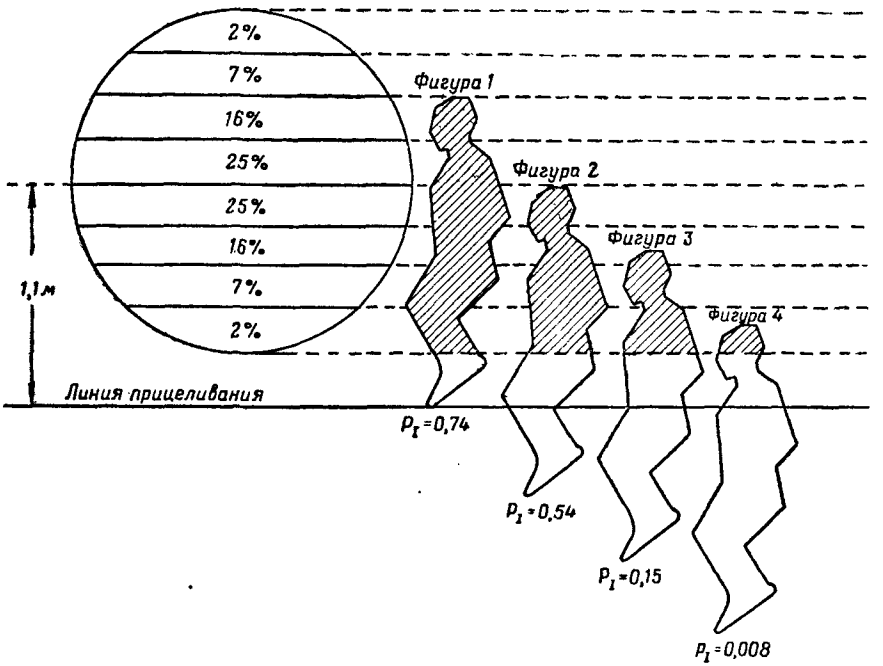

Рис. 55. Вероятность поражения бегущей фигуры на расстоянии 300 *м* при стрельбе в точку для различных положений цели по высоте относительно линии прицеливания

Представим себе, что пехота противника движется поперек плоскости стрельбы на дальностях в пределах от 100 до 500 *м* от пулемета. Тогда вероятность поражения целей можно определить как

среднюю арифметическую вероятность для дальностей 100, 200, 300, 400 и 500 *м*. В результате этого получим вероятность поражения целей (в среднем)

$$P_1 = (0{,}78 + 0{,}77 + 0{,}74 + 0{,}72 + 0{,}70) : 5 = 0{,}74, \text{ или } 74\%.$$

Таким образом, при попытке пехоты противника преодолеть плоскость стрельбы можно ожидать, что 74% этой пехоты будет уничтожено.

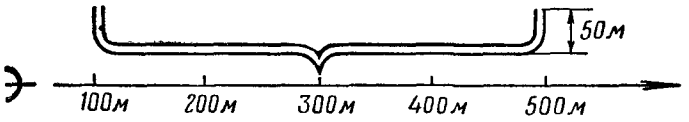

Рис. 56. Положение цели глубиной 50 *м* по отношению к плоскости стрельбы

Положим, что глубина боевого порядка пехоты противника 50 *м*, а скорость движения пехоты в атаку 2 *м/сек* (рис. 56). Продолжительность стрельбы по этой пехоте можно ограничить временем движения цели через плоскость стрельбы, т. е. 50 : 2 = 25 секундами. За это время пулемет выпускает 10 · 25 = 250 пуль. Следовательно, один пулемет за 25 секунд при израсходовании 250 патронов способен поразить 74% фигур.

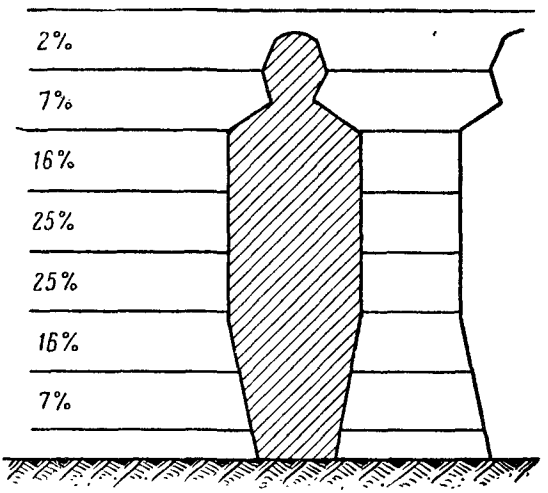

Рис. 57. Положение бегущей фигуры в пределах площади рассеивания при стрельбе с рассеиванием по фронту

Сравним действительность фланкового и фронтального огня.

Для этого определим средний расход патронов и потребное количество пулеметов, чтобы поразить на 74% ту же цель при фронтальном огне, если дальность стрельбы 300 *м*, средняя траектория проходит через центр цели (по высоте), цель — бегущие фигуры (рис. 57).

Решаем задачу по формуле (17):

$$n = \frac{a_n 2y\Phi p}{p_{2y} s}.$$

Находим величины, указанные в формуле.

a_n находим по табл. 4 (приложение 4); чтобы поразить цель на 74% (0,74), a_n должно быть равно 1,26.

$2y$ — высота цели; высота бегущей фигуры $2y = 1{,}5$ *м*.

p_{2y} — вероятность попадания в полосу по высоте цели; в данном случае $p_{2y} = 99\%$, или 0,99.

$Фр$ — фронт цели, равный 400 *м*.

s — площадь цели; площадь бегущей фигуры $s = 0{,}6$ *м*.

Заменив в формуле (17) буквенные обозначения найденными величинами, получим

$$n = \frac{1{,}26 \cdot 1{,}5 \cdot 400}{0{,}99 \cdot 0{,}6} = 1270 \text{ патронам.}$$

Итак, чтобы поразить 74% фигур при фланговом огне, достаточно одного пулемета, который выполнит эту задачу в течение 25 секунд, израсходовав 250 патронов; чтобы поразить 74% фигур той же цели при фронтальном огне, нужно 1270 патронов. Вполне понятно, что один пулемет с этой задачей не справится. Для того чтобы при фронтальном огне поразить эту цель на 74% в течение 25 секунд, потребуется 1270 : 250 = 5 пулеметов.

Таким образом, в данном примере действительность флангового огня больше фронтального в 5 раз. Было бы ошибкой делать обобщение на основании этого конкретного примера. Следует заметить, что действительность флангового огня (по отношению к действительности фронтального огня) возрастает тем больше, чем больше отношение фронта цели к ее глубине.

Значение рельефа местности при ведении флангового огня

В предыдущем примере (см. рис. 54) взят случай, когда местность на всем протяжении снопа траекторий ровная и совпадает с направлением линии прицеливания. В реальных условиях стрельбы профиль местности в направлении снопа траекторий имеет весьма различную кривизну и линия прицеливания проходит выше точек местности на всем протяжении.

Незначительные понижения местности относительно линии прицеливания снижают действительность флангового огня, так как цели, пересекающие плоскость стрельбы, могут оказаться накрытыми лишь небольшой частью снопа траекторий. Поэтому, как правило, **фланговый огонь ведется с рассеиванием в глубину назад.**

На рис. 55 показано несколько случаев понижения бегущей фигуры относительно линии прицеливания. Для каждого из этих случаев подсчитана вероятность поражения цели при стрельбе в точку.

Фигура 1 — на линии прицеливания, $P_1 = 0{,}74$.

Фигура 2 — ниже линии прицеливания на $^1/_4$ фигуры, $P_1 = 0{,}54$.

Фигура 3 — ниже линии прицеливания на $^1/_2$ фигуры, $P_1 = 0{,}15$.

Фигура 4 — ниже линии прицеливания на $^3/_4$ фигуры, $P_1 = 0{,}008$.

При стрельбе с рассеиванием в глубину распределение пуль по высоте, а следовательно, и вероятность поражения цели изменяется.

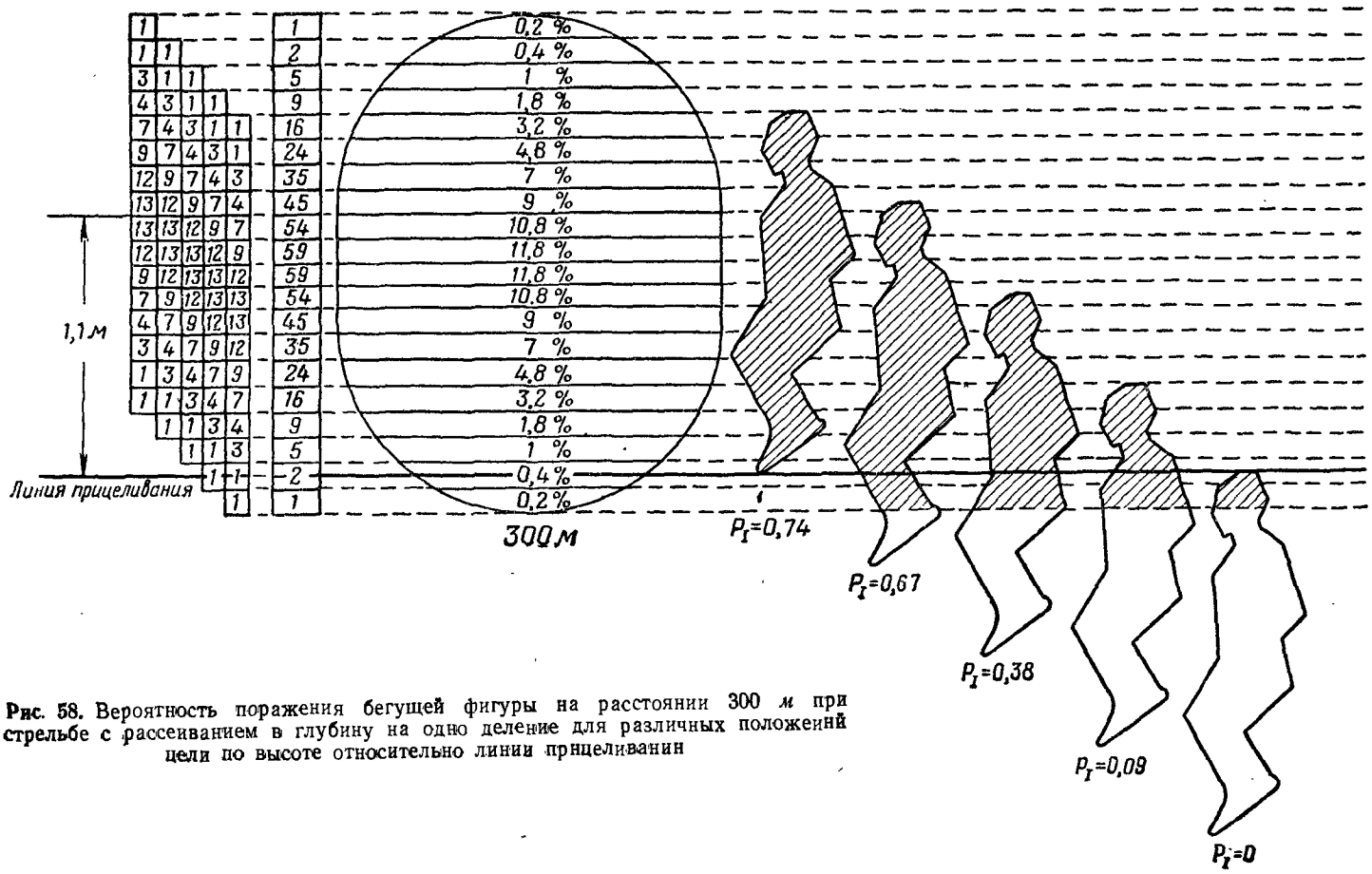

Рис. 58. Вероятность поражения бегущей фигуры на расстоянии 300 *м* при стрельбе с рассеиванием в глубину на одно деление для различных положений цели по высоте относительно линии прицеливания

Определим вероятность поражения целей на расстоянии 300 *м*, если стрельба будет вестись с рассеиванием на одно деление прицела (кольца) назад (от 6 до 5 делений).

При рассеивании от 6 до 5 делений прицела (кольца) средняя траектория перемещается в вертикальной плоскости на 1,4 тыс. (на разницу углов прицеливания для прицелов 6 и 5), что на расстоянии 300 *м* составляет 0,3 · 1,4 = 0,42 *м*.

Искусственное рассеивание в вертикальной плоскости можно представить как последовательное перемещение эллипса рассеивания скачками, равными 0,5 *Вв*, или 0,105 *м*. Распределение траекторий в вертикальной плоскости и положение целей в пределах снопа траекторий в этом случае показано на рис. 58. Сравнительная величина вероятности поражения целей при стрельбе в точку и с рассеиванием на одно деление прицела приведена в табл. 8.

Таблица 8

Вероятности поражения целей при стрельбе в точку и с рассеиванием на одно деление прицела

Вид огня	Цель на линии прицеливания	Цель ниже линии прицеливания			
		на $^1/_4$ фигуры	на $^1/_2$ фигуры	на $^3/_4$ фигуры	на 1 фигуру
При стрельбе в точку	0,74	0,54	0,15	0,008	0
При стрельбе с рассеиванием на одно деление прицела . .	0,74	0,67	0,38	0,09	0

Отсюда можно сделать вывод, что стрельба с рассеиванием в глубину на одно деление прицела увеличивает вероятность поражения цели.

Основное требование, предъявляемое к фланговому огню, заключается в том, чтобы вероятность поражения целей (в среднем) на протяжении снопа траекторий была не менее 50% (подавление цели).

Исходя из этого требования, необходимо:

а) определить максимально допустимые понижения местности относительно линии прицеливания на разных дальностях в пределах 600 *м*;

б) определить глубину рассеивания в делениях прицела (кольца), обеспечивающую заданную вероятность поражения цели в точках наибольшего понижения местности.

Для того чтобы решить эти вопросы, подсчитана вероятность поражения целей на расстояниях 100, 200, 300, 400 и 500 *м* от пулемета при разных понижениях местности относительно линии прицеливания и при разных пределах рассеивания (табл. 9).

Таблица 9

Вероятность поражения цели на различных расстояниях при разных понижениях местности и разных пределах рассеивания

Рассеивание в глубину	Понижения местности относительно линии прицеливания (в бегущих фигурах)					Средняя вероятность поражения цели
	0	1/4	1/2	3/4	1	
	вероятность поражения цели					
На 100 *м*						
В точку	0,78	0,76	0,75	0,27	0	0,64
С рассеиванием:						
на 1 деление прицела	0,76	0,80	0,76	0,35	0	0,64
на 2 деления „	0.75	0,80	0.78	0,47	0,01	0,70
на 3 деления „	0,74	0,79	0,79	0,58	0,04	0,72
на 4 деления „	0,73	0,79	0,79	0,60	0,07	0,73
На 200 *м*						
В точку	0,77	0,72	0,29	0,01	0	0,45
С рассеиванием:						
на 1 деление прицела	0,76	0.76	0,47	0,07	0	0,52
на 2 деления „	0,75	0,69	0,60	0,23	0,01	0,57
на 3 деления „	0,74	0.74	0,64	0,32	0,04	0,61
на 4 деления „	0,72	0,73	0,67	0,43	0,12	0,64
На 300 *м*						
В точку	0,74	0,54	0,15	0,01	0	0,36
С рассеиванием:						
на 1 деление прицела	0,74	0,67	0,33	0,09	0	0,47
на 2 деления „	0,73	0,69	0,52	0,24	0,03	0,54
на 3 деления „	0.70	0,70	0,69	0,43	0,16	0,60
на 4 деления „	0,66	0,69	0,61	0,49	0,26	0,61
На 400 *м*						
В точку	0,72	0,61	0,29	0,07	0	0,34
С рассеиванием:						
на 1 деление прицела	0,72	0,67	0,53	0,29	0,06	0,45
на 2 деления „	0,67	0,68	0,61	0,45	0,26	0,53
на 3 деления „	0,61	0,67	0,62	0,51	0,34	0,55
на 4 деления „	0,57	0,63	0,62	0,54	0,41	0,55
На 500 *м*						
В точку	0,70	0,67	0,54	0,32	0,10	0,47
С рассеиванием:						
на 1 деление прицела	0,65	0,69	0,65	0,50	0,30	0,56
на 2 деления „	0,56	0,65	0,66	0,59	0,45	0,58
на 3 деления „	0,46	0,57	0,62	0,61	0,53	0,56
на 4 деления „	0,37	0,50	0,57	0,57	0,56	0,51

Из таблицы следует, что максимально допустимыми понижениями местности отиосительио линии прицеливаиия можно считать: иа расстояниях 100, 200 и 300 *м* — 3/4 фигуры; на расстояииях 400 и 500 *м* — 1 фигуру.

В правой вертикальиой графе табл. 9 подсчитаны средиие зиачеиия вероятностей поражения цели (для расстояний 100, 200 и 300 *м* исключеиы вероятности поражеиия цели при понижеиии местности иа 1 фигуру). На расстояииях 100, 200, 300 и 400 *м* средиее зиачеиие вероятиости поражеиия цели возрастает с увеличеиием пределов рассеиваиия в глубииу. По даииым этой графы подсчитаем средиие зиачеиия вероятиостей поражеиия цели иа всем протяжеиии дальиости стрельбы.

При стрельбе в точку средияя вероятиость поражеиия цели равиа 0,45, при стрельбе с рассеиванием иа 1 деление равна 0,53, на 2 деления — 0,58, иа 3 деления — 0,61, иа 4 деления — 0,61.

Для упрощеиия правил стрельбы рассеивание иа 3 деления прицела (кольца) можно считать постоянным рассеиванием во всех случаях поиижеиия местности отиосительио линии прицеливаиия в пределах указаииых иорм.

Предположим, что местиость иа всем протяжеиии в пределах 600 *м* поиижается отиосительио линии прицеливания только на 1/4 фигуры. Из таблицы видно, что и в этом случае при стрельбе с рассеиванием иа 3 деления прицела (кольца) вероятиость поражения целей иа расстояииях 100, 200, 300, 400 и 500 *м* зиачительио больше 50%.

При подготовке даииых для ведеиия флаигового огия могут быть случаи, когда поиижеиие местности иа той или иной дальности оказывается больше указаииых иорм и вероятиость поражеиия целей иа этих дальиостях зиачительио поиижается. В таких случаях иеобходимо выбрать другую огиевую позицию в более низком месте или сократить дальиость стрельбы до 500 *м* (с прицелом 5), поиизив точку наводки.

Таким образом, для обеспечеиия поражеиия цели ие меиее чем на 50% флаиговый огоиь ведется с рассеиванием на 3 деления прицела (кольца) иазад. Рельеф местиости при этом должеи удовлетворять требоваииям табл. 10.

Таблица 10

Максимальное понижение местности относительно линии прицеливания

На расстоянии от пулемета, *м*	При дальности стрельбы			
	600 *м*		500 *м*	
	в тысячных	линия прицеливания пересекает фигуру	в тысячных	линия прицеливаиия пересекает фигуру
100	11	На уровне груди	11	На уровне груди
200	6	На уровне груди	6	На уровне груди
300	4	На уровне груди	4	На уровне груди
400	4	На уровне головы	4	На уровне головы
500	3	На уровне головы	—	—

Подготовка и ведение фланкового огня

Подготовка фланкового огня производится в такой последовательности. Район огневой позиции для пулемета, направление и дальность стрельбы указываются командиром подразделения, организующим систему огня. Командир пулеметного взвода (отделения) выполняет следующую работу: выбирает огневую позицию для пулемета; в положении лежа определяет расстояние до дальнего рубежа и выбирает точку наводки; изучает местность на всем протяжении огня, измеряя с помощью бинокля понижения местности на разных дальностях относительно линии прицеливания (линии визирования по точке наводки).

При заблаговременной подготовке фланкового огня изучать местность нужно более тщательно, путем сопоставления понижений местности с высотой бегущей фигуры. Для этой цели командир взвода (отделения) назначает пулеметчика и приказывает ему двигаться в направлении плоскости стрельбы до намеченной точки наводки. Пулеметчик, выдерживая направление, по пути измеряет шагами расстояние и останавливается в наиболее низких точках местности, но не реже чем через 100 *м*. На остановке он поворачивается лицом к командиру и условными знаками сообщает ему о пройденном расстоянии.

Командир взвода (отделения), лежа на избранном для установки пулемета месте, направляет луч зрения (перекрестие бинокля) в точку наводки и наблюдает, на каком уровне фигура пулеметчика пересекается линией визирования.

Если понижение местности на значительном протяжении больше допустимого, командир выбирает огневую позицию в более низком месте или уменьшает дальность стрельбы, понижая точку наводки.

Не на всякой местности можно одним пулеметом добиться поражения цели на всю глубину 600 *м;* могут оставаться непоражаемые места. Об этом командир взвода (отделения) докладывает командиру подразделения, которому придан пулемет, и указывает ему на местности непоражаемые пространства. Командир подразделения должен принять меры и назначить другие огневые средства для стрельбы в указанных местах.

Фланговый огонь открывается по команде (сигналу) командира подразделения, которому придан пулемет. В критические моменты боя огонь открывается по инициативе командира отделения. Способ ведения огня — с рассеиванием в глубину (назад) на 3 деления кольца.

Рассеивание в глубину можно вести и другим способом, по прицелу. Для этого нужно проделать следующую подготовительную работу. Предположим, что дальность стрельбы 600 *м*. Навести пулемет с прицелом 3 в точку наводки на расстоянии 600 *м*, после чего переставить прицел на деление 6. Линия прицеливания при этом опустится ниже точки наводки. Заметить на местности вспомогательную точку, куда направлена линия прицеливания с прицелом 6, и при

стрельбе вести рассеивание в пределах вертикального угла между вспомогательной точкой и точкой наводки.

Напряженность стрельбы: непрерывный огонь до полного прекращения противником попыток преодолеть зону огня, а затем огонь на уничтожение противника.

Подготовка и ведение кинжального огня

Пулемет, назначенный для ведения кинжального огня, имеет задачей уничтожение внезапным огнем с коротких расстояний важных целей, появляющихся на заранее определенном направлении (подступе, рубеже). По направлению кинжальный огонь может быть фронтальный, фланговый и косоприцельный.

Пулемет, назначенный для ведения кинжального огня, располагается на хорошо замаскированной огневой позиции. Предельная дальность кинжального огня 300—350 *м*, что определяется дальностью прямого выстрела для лежащей фигуры.

Огневая позиция и направление стрельбы выбираются с таким расчетом, чтобы местность на протяжении дальности стрельбы не имела значительных понижений относительно линии прицеливания.

Наиболее действительный огонь будет тогда, когда местность понижается относительно линии прицеливания не более чем на высоту грудной фигуры.

Пулемет, назначенный для ведения кинжального огня, других задач не выполняет и до появления противника в указанном пулеметчику направлении не обнаруживает себя. При пулемете всегда должен быть дежурный из состава расчета в готовности в любой момент открыть огонь. В любых условиях боевой обстановки пулеметный расчет не имеет права оставлять огневую позицию без приказания командира, поставившего ему задачу.

Кинжальный огонь открывается наводчиком по команде (сигналу) командира отделения или самостоятельно, как только появится цель на заранее указанном пулеметчику направлении (рубеже). Огонь ведется с предельным напряжением с задачей приостановить движение противника, заставить его залечь, чтобы затем уничтожить.

В зависимости от характера цели и от местности кинжальный огонь ведется следующими способами: в точку, с рассеиванием по фронту, с рассеиванием в глубину.

Огонь в точку ведется по пехоте противника, движущейся в направлении, перпендикулярном к плоскости стрельбы.

Огонь с рассеиванием по фронту ведется по пехоте противника, движущейся в направлении плоскости стрельбы, или по залегшей пехоте, представляющей собой широкую цель.

Огонь с рассеиванием в глубину ведется по залегшей пехоте противника, подставившей под огонь пулемета свой фланг, и при условии, если местность между точкой наводки и пулеметом понижается относительно линии прицеливания более чем на высоту грудной фи-

гуры. Рассеивание в глубину в этом случае ведется перемещением линии прицеливания в пределах видимой глубины цели.

Если залегшая пехота противника представляет собой цель, являющуюся одновременно и широкой, и глубокой, стрельба должна вестись с рассеиванием по фронту и с последовательным переносом огня в глубину путем изменения точки наводки в пределах видимой глубины цели.

Успех выполнения огневой задачи при ведении кинжального огня зависит прежде всего от подготовленности пулеметного расчета, от уверенности пулеметчиков в безотказности пулемета и в мощности его огня на коротких расстояниях.

Из опыта Великой Отечественной войны известно немало случаев, когда наши отважные пулеметчики подпускали противника на короткие расстояния, а затем уничтожали его внезапным огнем или обращали в беспорядочное бегство.

На одной из улиц Будапешта пулеметчик Иван Музыка отбил яростную контратаку целой роты гитлеровцев. Во всю ширину большого столичного проспекта на пулемет Музыки одна за другой шли цепи врагов. Под огнем пулемета гитлеровцы ложились, а потом снова вставали и продвигались все ближе к огневой позиции. Музыка понял, что в конце концов волна врагов захлестнет его, если он не пойдет на хитрость. Зная, что пулемет не откажет, солдат решил обмануть врага. Он сделал вид, что его оружие вышло из строя. Когда по сигналу офицера фашистские цепи снова побежали вперед, Музыка дал короткую очередь и вдруг умолк. Гитлеровцы поняли это так, что пулемет неисправен, и толпой понеслись вперед. Этого только и ждал Музыка. Он подпустил врагов на несколько десятков метров и длинной очередью хлестнул по толпе атакующих. Пулеметчик не прекращал огня, пока не кончилась лента. Потеряв многих солдат убитыми и ранеными, враг не отважился повторить контратаку[1].

---

[1] Пример заимствован из брошюры В. Денисенкова и В. Королькова «Беречь свое оружие, военное и народное имущество».

Глава 10

СТРЕЛЬБА В ПРОМЕЖУТКИ, ИЗ-ЗА ФЛАНГОВ И ПОВЕРХ СВОИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Стрельба в промежутки, из-за флангов и поверх своих подразделений в значительной степени увеличивает возможности использования огня станковых пулеметов во всех видах боя.

Основным условием такой стрельбы является **безопасность для своих подразделений.**

Стрельба в промежутки, из-за флангов и поверх своих подразделений допустима только в тех случаях, когда исключаются всякие случайности, могущие быть причиной поражения своих подразделений. Но нельзя отказываться от стрельбы из опасения поразить своих, когда на самом деле стрельба не является опасной.

Выполнение этих условий требует от командиров-пулеметчиков твердого знания правил стрельбы и навыков в применении их на практике.

Стрельба в промежутки и из-за флангов своих подразделений

Безопасность стрельбы в промежутки и из-за флангов своих подразделений достигается соблюдением двух условий.

Первым условием является устранение опасности поражения своих подразделений рикошетирующими пулями. Поэтому стрельба возможна только в тех случаях, когда падение пуль ближе своих подразделений исключается.

Вторым условием является устранение опасности поражения своих подразделений прямым попаданием пуль. Поэтому стрельба возможна только тогда, когда между направлением стрельбы и своими подразделениями имеется угол, исключающий поражение этих подразделений при случайных ошибках в стрельбе.

Первое условие. Чтобы исключить возможность падения пуль ближе своих подразделений, средняя траектория должна проходить выше местности в промежутке (у фланга) не менее чем на половину полного рассеивания траекторий по высоте (4 *Bв*). Известно, что рассеивание данного момента может быть в 1,5—2 раза больше табличного, поэтому средняя траектория должна проходить выше мест-

ности в промежутке (у фланга) не менее чем на 8 *Вв* (табличных). Это возможно в тех случаях, когда цель находится несколько дальше своих подразделений, а местность в промежутке (у фланга) ниже линии прицеливания (выше линии прицеливания она не может быть, так как в этом случае цель не будет видна).

Понижение местности в промежутке (у фланга) относительно линии прицеливания можно видеть с огневой позиции как угол в вертикальной плоскости. Назовем этот угол углом видимости. Чем больше угол видимости, тем выше будет проходить средняя траектория над местностью в промежутке (у фланга), тем меньше может быть удаление цели от своих подразделений.

Минимальным удалением цели от своих подразделений можно считать 100 *м*, так как с такой обычно точностью определяются расстояния глазомером. При этом условии определим наименьший угол видимости, обеспечивающий безопасность стрельбы.

Рассмотрим это на следующем примере. Расстояние до своих подразделений (до промежутка) — 400 *м*. Определим минимальный угол видимости, исключающий возможность падения пуль ближе своих подразделений при стрельбе на 500 *м* (с прицелом 5).

Сначала решим эту задачу для случая, когда расстояние до своих подразделений определено безошибочно.

На рис. 59 показаны в одинаковом масштабе следующие величины для расстояния 400 *м:* превышение средней траектории над линией прицеливания (0,50 *м*) и удвоенная нижняя половина снопа рассеивания траекторий (1,28 *м*). Как видно из рисунка, крайняя нижняя траектория проходит ниже линии прицеливания на 0,78 *м* (1,28—0,50=0,78), что на расстоянии 400 *м* составляет 2 тыс. (0,78 : 0,40≈2). Это и есть наименьший угол видимости, исключающий возможность падения пуль ближе своих подразделений при стрельбе с прицелом 5.

При измерении расстояния до своих подразделений, а вместе с тем и до цели возможны ошибки. Если ошибка окажется в бóльшую сторону (истинное расстояние до своих подразделений меньше 400*м*), то стрельба с прицелом 5 при угле безопасности в 2 тыс. будет безопасна. Если же расстояние до своих подразделений больше 400 *м* (допущена ошибка в меньшую сторону), то угол видимости должен быть больше 2 тыс.

Найдем величину этого угла по условиям нашего примера с учетом возможных ошибок определения расстояния в меньшую сторону.

На рис. 60 приведен худший случай, когда при определении расстояния до своих подразделений допущена максимальная ошибка в меньшую сторону, равная 4 *Ед*, или 40%, что по отношению к 400 *м* составляет 160 *м*. Это означает, что истинное расстояние оказалось не 400 *м*, а 560 *м*. Как видно из рисунка, при стрельбе с прицелом 5 средняя траектория на расстоянии 560 *м* понижается относительно линии прицеливания на 0,50 *м*, удвоенная половина полного рассеивания траекторий по высоте равна 1,92 *м*, крайняя нижняя траектория проходит ниже линии прицеливания на 2,42 *м* (0,50+1,92=2,42),

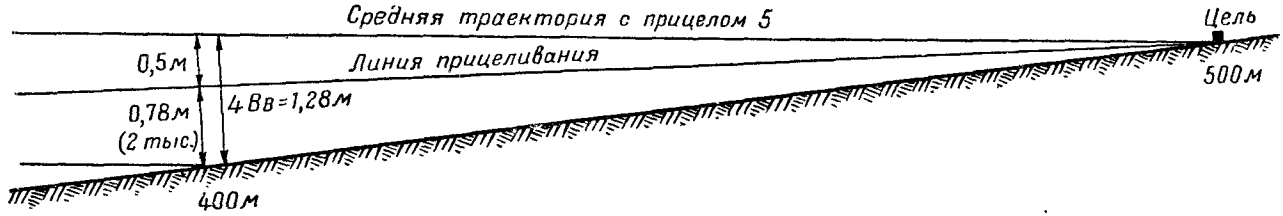

Рис. 59. Минимальный угол видимости (2 тыс.), когда расстояние до своих подразделений определено безошибочно

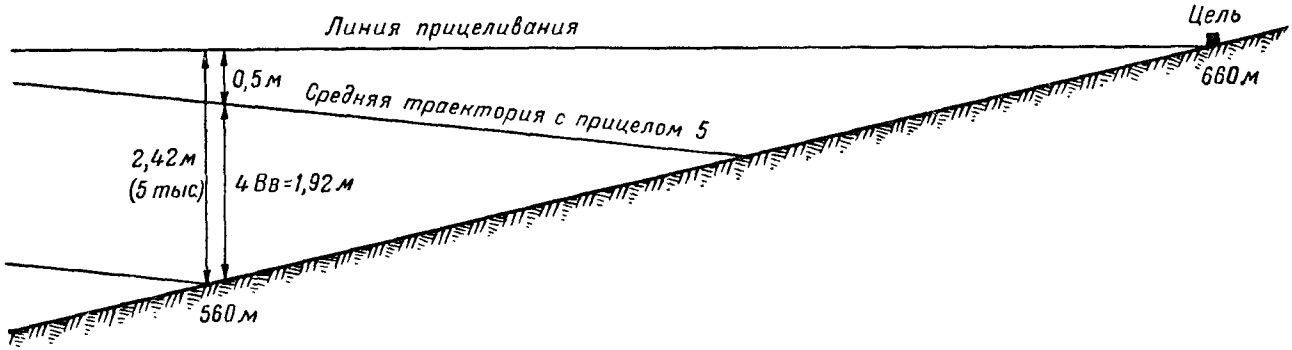

Рис. 60. Минимальный угол видимости (5 тыс.), когда расстояние до своих подразделений определено с ошибкой — $4E_д$

что на расстоянии 560 *м* составляет 2,42 : 0,56≈5 тыс. Это означает следующее: если измеренное глазомером расстояние до своих подразделений равно 400 *м*, то стрельба в промежуток (из-за фланга) с прицелом 5 возможна в тех случаях, когда угол видимости равен 5 тыс. и более (рис. 61).

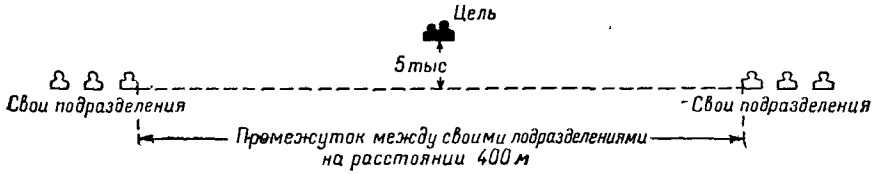

Рис. 61. Цель выше своих подразделеиий на 5 тыс.

Таким же способом найдены минимальные углы видимости для других расстояний до своих подразделений. С целью упрощения правил полученные результаты сгруппированы, округлены и записаны в графе 2 табл. 11.

Если угол видимости будет меньше, чем указано в таблице, стрельба возможна, когда удаление цели от своих подразделений больше 100 *м* и соответствует данным графы 3 табл. 11. Например, если измеренное глазомером расстояние до своих подразделений 600 *м*, стрельба в промежуток или из-за фланга их возможна при удалении цели не менее чем на 300 *м*. Иначе говоря, стрельба в этом случае возможна с прицелом 9 и более.

При определении наименьшего удаления цели от своих подразделений учитывались следующие величины: удвоенная ближняя половина полного рассеивания по дальности, возможные ошибки определения расстояния до своих подразделений и наличие угла видимости в 1—2 тыс.

Второе условие. Стрельба в промежутки и из-за флангов своих подразделений возможна только в том случае, когда угол между направлением стрельбы и направлением на фланг своих подразделений равен или больше угла безопасности, т. е. минимального угла, который исключает случаи поражения своих подразделений прямым попаданием пуль (рис. 62).

Произведем расчет угла безопасности для расстояния 400 *м* при стрельбе из станкового пулемета тяжелой пулей. При этом необходимо учитывать следующие величины:

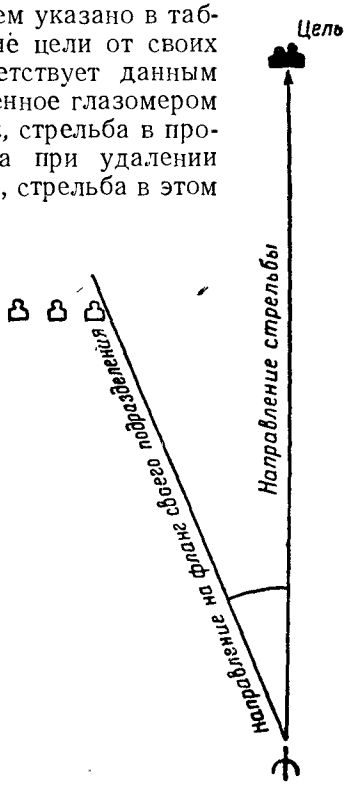

Рис. 62. Угол безопасиости при стрельбе из-за фланга своих подразделений

1) Возможное отклонение пуль вследствие неучета бокового ветра скоростью 10 *м/сек* — 2,6 тыс.

2) Боковое рассеивание пуль (удвоенная половина полного рассеивания по боковому направлению) 8 *Вб* равно 1,20 *м*, что составляет 3 тыс.

3) Возможное отклонение пуль при ошибках в стрельбе (ошибки в наводке и др.) — 1°, или 17 тыс.

4) Медицинский запас 3 *м*, что составляет 7,5 тыс.

Итого — 30 тыс.

Итак, стрельба безопасна в том случае, когда угол между направлением стрельбы и флангом нашего подразделения не менее 30 тыс.

При таком методе расчета углы безопасности для расстояний в пределах от 200 до 1000 *м* колеблются от 29 до 35 тыс. С целью упрощения правил величину угла безопасности для любой дальности в указанных пределах можно считать равной 35 тыс. Для расстояния 100 *м* угол безопасности равен 50 тыс. (см. графу 4, табл. 11).

Таблица 11

Наименьшие значения величин, обеспечивающих безопасность стрельбы в промежутки и из-за флангов своих подразделений

Расстояние до своих подразделений, *м*	Угол видимости или понижение местности в промежутке (у фланга) относительно линии прицеливания, тыс.	Удаление цели от своих подразделений, *м*	Угол безопасности, тыс.
1	2	3	4
100	5	150	50
200	5	150	35
300—400	5	200	35
500—700	10	300	35
800—1000	20	400	35

Примечание. Данными графы 3 пользоваться в случаях, когда свои подразделения находятся на уровне линии прицеливания или близко к ней. Во всех остальных случаях пользоваться данными графы 2. Удаление цели при этом допустимо 100 *м*.

На практике вопрос о стрельбе в промежутки и из-за флангов своих подразделений решается очень просто.

Указательный или средний палец руки при удалении от глаза на 50 *см* накрывает угол не менее 35 тыс. Поэтому с помощью пальцев можно быстро определять возможность стрельбы в промежутки и из-за флангов своих подразделений.

Величина угла безопасности при удалении своих подразделений от пулемета на 100 *м* равна ширине двух пальцев, для всех остальных расстояний вполне достаточно ширины одного пальца.

Примеры: 1. Расстояние до своего подразделения 200 *м*, до цели 500 *м*. Угол между направлением на цель и флангом своего подразделения больше ширины одного пальца (рис. 63).

Стрельба из-за фланга своего подразделения возможна.

2. Расстояние до своих подразделений 500 *м*, до цели 600 *м*. Местность в районе нахождения своих подразделений ниже линии прицеливания на 10 тыс. Ширина двух пальцев укладывается в промежутке своих подразделений (рис. 64).

Стрельба огнем в точку возможна, если цель видна в середине промежутка.

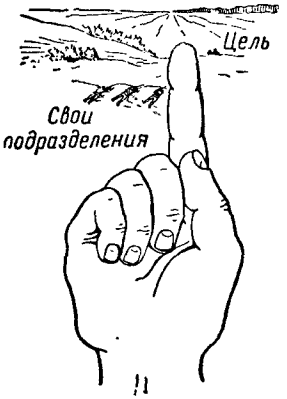

Рис. 63. Стрельба из-за фланга своего подразделеиии возможна

Рис. 64. Стрельба в промежуток своих подразделеиий возможна

3. Расстояние до своих подразделений 400 *м*, до противника 500 *м*. Местность в районе промежутка своих подразделений ниже линии прицеливания на 5 тыс. Промежуток своих подразделений шире двух пальцев. Нужно развернуть пальцы так, чтобы наружные краи их приходились около флангов своих подразделеиий (рис. 65).

Стрельба возможна по любой целв в пределах промежутка, видимого между внутрениими сторонами пальцев.

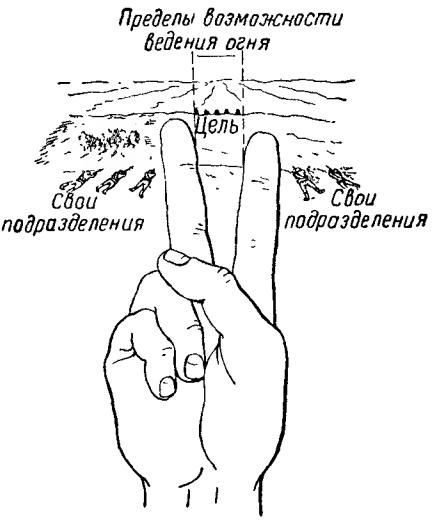

Рис. 65. Стрельба в промежуток своих подразделений возможиа в пределах угла между двумя пальцами

Стрельба поверх своих подразделений

Стрельба поверх своих подразделений возможна при соблюдении ряда требований. Основные из этих требований следующие:

1) **Исправность пулемета и состояние боеприпасов**. Соединение тела пулемета со станком должно быть прочным, без качки, механизмы наводки должны надежно закрепляться и не ослабевать во время стрельбы. Ствол должен быть исправным. Во избежание перегрева ствола

нужно менять его через каждые 250 выстрелов. Патроны должны быть взяты из герметической укупорки.

2) **Правильный выбор огневой позиции и тщательность установки пулемета на ней.** Пулемет должен быть установлен на грунте, исключающем возможность его осадки во время стрельбы. В направлении стрельбы не должно быть никаких препятствий, мешающих полету пуль (ветки, трава).

Безопасность стрельбы поверх своих подразделений определяется по величине угла между линией выстрела и направлением на свои подразделения. **Наименьший угол в вертикальной плоскости между линией выстрела и направлением на свои подразделения, при котором стрельба безопасна, называется углом безопасности.**

Рассмотрим величины, из которых складываются углы безопасности. Для примера рассчитаем угол безопасности при удалении своих подразделений от пулемета на 300 *м*, если стрельба ведется из станкового пулемета тяжелой пулей.

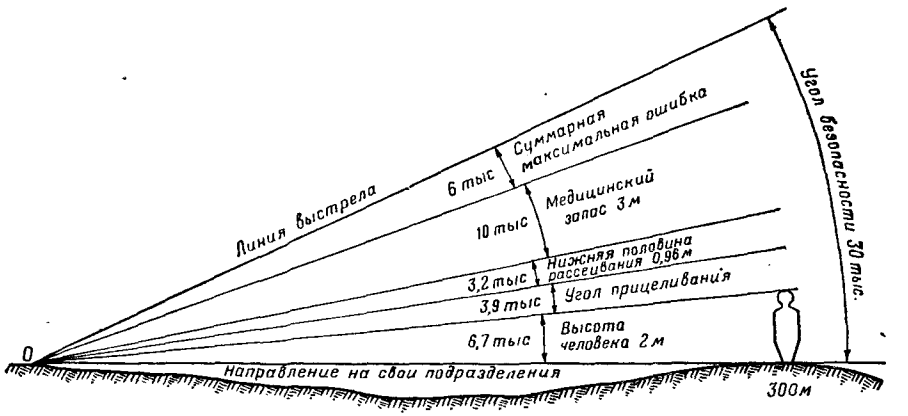

Рис. 66. Угол безопасности для стрельбы поверх своих подразделений и его составные элементы

Если навести пулемет с прицелом 0 в позицию своих подразделений (ноги солдат, бруствер окопа), ось канала ствола будет основанием угла безопасности. Требуется определить наименьший угол, на который нужно приподнять ствол, чтобы стрельба поверх своих подразделений на расстоянии 300 *м* была безопасна.

Чтобы решить эту задачу, необходимо учесть следующие величины (рис. 66):

1) угол прицеливания для расстояния до своих подразделений (300 *м*), который равен 3,9 тыс.;

2) высоту человеческого роста 2 *м*, что для расстояния 300 *м* составляет 6,7 тыс.;

3) нижнюю половину рассеивания траекторий по высоте (удвоенную против табличной величины), которая равна 0,96 *м*, что составляет 3,2 тыс.;

4) медицинский запас 3 *м*, что составляет 10 тыс.

Сложив все эти величины, получим: 3,9+6,7+3,2+10=23,8 тыс.

Кроме этого, необходимо учесть возможные ошибки при стрельбе.

1. Срединная ошибка определения расстояния до своих подразделений равна 10%, что по отношению к 300 *м* составляет 30 *м*. Такая ошибка перемещает сноп траекторий по высоте на 0,24 тыс. (разность углов прицеливания для расстояний 330 и 300 *м*).

2. Срединная ошибка наводки по высоте с учетом некоторых других ошибок (определения поправок на температуру воздуха, атмосферное давление, продольный ветер) перемещает сноп траекторий по высоте на 1,5 тыс.

Суммарная срединная ошибка $E_c = \sqrt{0{,}24^2 + 1{,}5^2} \approx 1{,}5$ тыс

Максимальная суммарная ошибка $4E_c = 4 \cdot 1{,}5 = 6$ тыс.

В итоге получим: угол безопасности равен 23,8+6≈30 тыс.

Итак, угол безопасности при стрельбе поверх своих подразделений, находящихся на расстоянии 300 *м* от пулемета, равен 30 тыс.

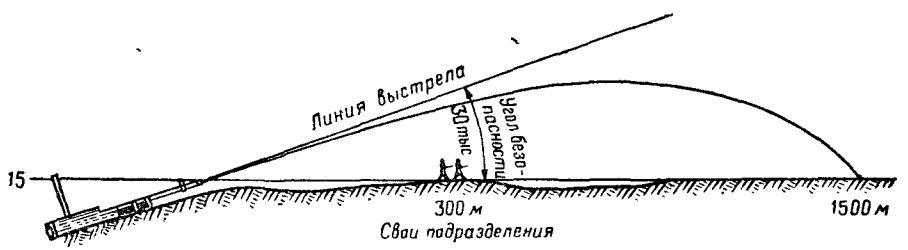

Рис. 67. Угол безопасности и наименьший безопасный прицел

Значит, стрельба поверх своих подразделений на расстоянии 300 *м* возможна только в том случае, когда угол между линией выстрела и направлением на свои подразделения равен 30 тыс. или больше. Углу прицеливания 30 тыс. соответствует прицел 15. Следовательно, чтобы направить линию выстрела выше своих подразделений на 30 тыс., нужно навести пулемет с прицелом 15 в позицию своих подразделений. Прицельная дальность стрельбы при этом будет равна 1500 *м* (рис. 67). Это наименьшая безопасная дальность стрельбы на ровной местности. Прицел 15 будет **наименьшим безопасным прицелом** при стрельбе поверх своих подразделений, удаленных на 300 *м*.

Таким способом рассчитаны углы безопасности (в тысячных) и наименьшие безопасные прицелы для стрельбы поверх своих подразделений тяжелой или легкой пулей из станкового пулемета. Для удобства запоминания полученные результаты расчетов округлены (табл. 12).

Таблица 12

Углы безопасности и наименьшие безопасные прицелы для стрельбы легкой или тяжелой пулей поверх своих подразделений

Расстояние до своих подразделений, *м*	Угол безопасности, тыс.	Наименьший безопасный прицел
100	65	22
200	40	17
300—1000	30	15

Рассмотрим правила определения возможности стрельбы поверх своих подразделений в различных условиях боевой обстановки.

На первый взгляд может показаться, что возможность стрельбы поверх своих подразделений весьма ограниченна, так как наименьшие безопасные прицелы, указанные в таблице, очень велики. На самом же деле это не всегда так, потому что свои подразделения часто бывают расположены ниже цели. В таком случае между линией прицеливания и направлением на свои подразделения имеется угол, называемый углом видимости. Наличие этого угла значительно сокращает безопасную дальность стрельбы поверх своих подразделений.

На рис. 68 свои подразделения находятся в 400 *м* от пулемета. Линия выстрела направлена выше местности, занятой нашими под-

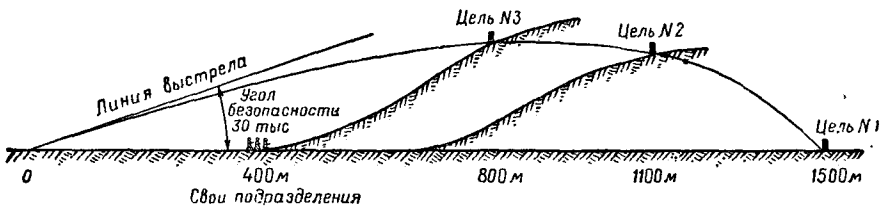

Рис. 68. Возможность стрельбы поверх своих подразделений на разные расстояния при табличном угле безопасности

разделениями, на 30 тыс., т. е. на величину угла безопасности, поэтому стрельба поверх своих подразделений возможна на ровной местности на расстояние 1500 *м* (цель № 1).

Из рисунка видно, что при нахождении цели выше своих подразделений стрельба в одинаковой степени безопасна также на расстояние 1100 *м* (с прицелом 11, цель № 2) и на расстояние 800 *м* (с прицелом 8, цель № 3).

На огневой позиции возможность стрельбы поверх своих подразделений определяется следующим образом.

Возьмем расстояние до своих подразделений 300 *м*, расстояние до цели 800 *м*. Если бы свои подразделения находились на линии

пулемет — цель, то стрельба по цели с прицелом 8 была бы опасна для своих, потому что наименьший безопасный прицел по табл. 12 равен 15. Примем, что угол видимости равен 25 тыс. (рис. 69), свои подразделения расположены ниже линии пулемет — цель. Возможно ли в этом случае вести стрельбу поверх своих подразделений?

При стрельбе с прицелом 8 линия выстрела будет направлена выше линии прицеливания на величину угла прицеливания, что в данном случае составляет 10 тыс. Так как свои подразделения расположены ниже линии прицеливания на 25 тыс., то превышение линии выстрела над местностью, занятой своими подразделениями, будет равно 35 тыс. (10+25=35).

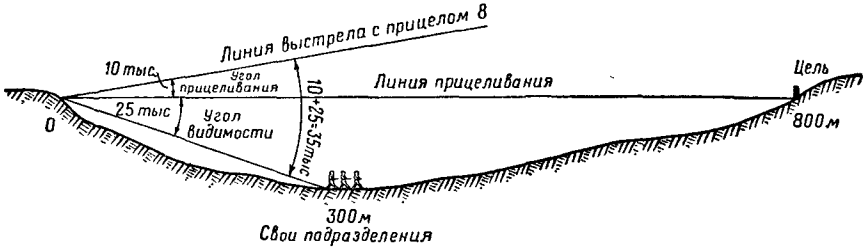

Рис. 69. Определение возможности стрельбы поверх своих подразделений по углу безопасности

Согласно табл. 12 угол безопасности при удалении своих подразделений на 300 *м* равен 30 тыс. Во взятом примере линия выстрела выше местности, занятой своими подразделениями, на 35 тыс., т. е. больше, чем угол безопасности. Следовательно, стрельба для своих подразделений безопасна.

Правило определения возможности стрельбы поверх своих подразделений можно сформулировать так: к углу прицеливания, соответствующему расстоянию до цели, нужно прибавить вертикальный угол видимости между целью и своими подразделениями. Если полученная сумма равна или больше угла безопасности, стрельба поверх своих подразделений безопасна.

Данный способ решения задач не требует наличия пулемета; его можно применять при изучении местности во время рекогносцировки.

При наличии на огневой позиции пулемета такие задачи решаются проще. Решение задачи с помощью пулемета рассмотрим на том же примере (рис. 70).

Прежде всего нужно навести пулемет в цель с прицелом, соответствующим дальности стрельбы, в данном случае с прицелом 8. Затем, не изменяя положения пулемета, установить наименьший безопасный прицел соответственно расстоянию до своих подразделений (в данном случае 15). После этого надо посмотреть, куда направлена линия прицеливания. Стрельба возможна в тех случаях, когда линия прицеливания направлена в точку на местности, где расположены свои подразделения, или выше (дальше) этой точки.

В данном примере стрельба возможна.

Стрельбу поверх своих подразделений можно вести в точку и с рассеиванием по фронту; стрельба с рассеиванием в глубину опасна для своих подразделений и поэтому запрещается.

Рассмотрим порядок работы командира пулеметного отделения (взвода) при определении возможности стрельбы поверх своих подразделений в условиях наступательного и оборонительного боя.

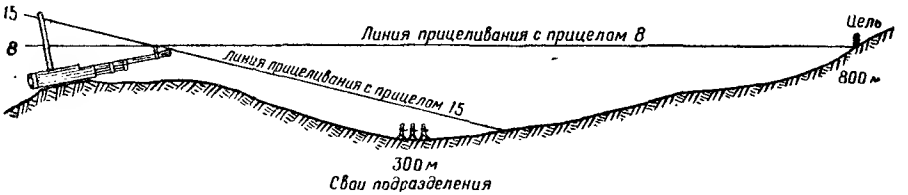

Рис. 70. Определение возможности стрельбы поверх своих подразделений по наименьшему безопасному прицелу (с помощью пулемета)

В наступательном бою командир определяет ближний и дальний пределы безопасного продвижения своих подразделений под прикрытием огня пулеметов с данной огневой позиции.

Для этого пулемет следует навести в цель с прицелом, соответствующим расстоянию до нее. Затем надо выбрать на местности несколько рубежей и определить расстояние до каждого из них. Устанавливая соответствующие каждому из этих расстояний безопасные прицелы, определить направление линии прицеливания относительно данного рубежа. Если линия прицеливания проходит через рубеж или дальше, стрельба поверх своих подразделений, достигших этого рубежа, безопасна.

Пример. На рис. 71 расстояние до цели 800 *м*. Требуется определить пределы безопасного ведения огня поверх своих подразделений при движении их от пулемета до цели.

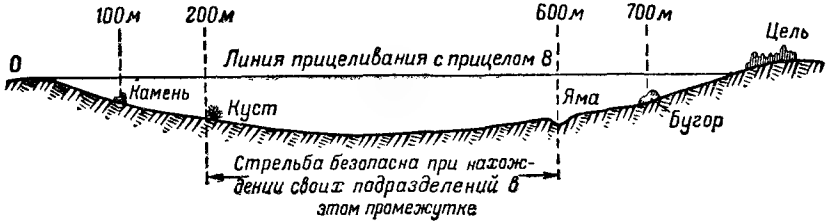

Рис. 71. Определение пределов безопасного продвижения своих подразделений под прикрытием огня пулеметов в наступательном бою

Р е ш е н и е. Первый рубеж 100 *м* (камень). Безопасный прицел 22 (табл. 12). Линия прицеливания направлена ближе камня — стрелять нельзя. Второй рубеж 200 *м* (куст). Безопасный прицел 17. Линия прицеливания направлена дальше куста — стрелять можно. Третий рубеж 600 *м* (яма). Безопасный прицел 15. Линия прицеливания направлена дальше ямы — стрелять можно. Четвертый рубеж 700 *м* (бугор). Безопасный прицел 15. Линия прицеливания направлена ближе

бугра — стрелять нельзя. Следовательно, стрельбу поверх своих подразделений можно начать, когда они пройдут рубеж 200 *м* (куст), и надо прекратить, когда они выйдут на рубеж 600 *м* (яма).

В обороне командир пулеметного подразделения должен определить крайний ближний рубеж, по которому можно безопасно вести огонь через свои подразделения. Порядок работы при этом следующий.

С наименьшим безопасным прицелом, соответствующим расстоянию до своих подразделений, навести пулемет в рубеж, на котором они расположены. Затем выбрать впереди своих подразделений несколько рубежей и определить расстояния до них. Далее, не нарушая наводки, установить прицел, соответствующий дальности до первого рубежа, и определить, куда направлена линия прицеливания: если дальше рубежа, то стрельба опасна для своих подразделений. То же самое следует проделать для второго, третьего и т. д. рубежей, пока на одном из них линия прицеливания не окажется направленной ближе рубежа. Начиная с этого рубежа и дальше стрельба будет безопасна для своих подразделений.

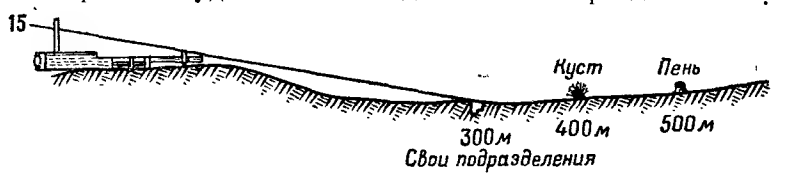

Рис. 72. Определение ближнего рубежа, по которому можно вести стрельбу поверх своих подразделений в оборонительном бою

Пример. На рис. 72 расстояние до своих подразделений 300 *м*. Определить ближний рубеж, стрельба по которому поверх своих подразделений безопасна.

Решение. Наименьший безопасный прицел 15 (табл. 12). Пулемет с прицелом 15 навести в позицию своих подразделений. Первый рубеж — куст (400 *м*). С прицелом 4 линия прицеливания направлена дальше куста — стрельба опасна. Второй рубеж — пень (500 *м*). С прицелом 5 линия прицеливания направлена ближе пня — стрельба по данному рубежу для своих подразделений безопасна.

Таким способом установлено, что стрельба поверх своих подразделений безопасна по целям, которые будут появляться на рубеже 500 *м* и далее этого рубежа.

Задачи

20. Определить возможность стрельбы тяжелой пулей поверх своих подразделений при следующих условиях:

	Расстояние до своих подразделеиий, *м*	Расстояние до цели, *м*	Угол видимости между своими подразделеииями и целью, тыс.
а)	300	800	20
б)	200	500	35
в)	400	900	12
г)	500	1000	20
д)	400	700	15
е)	500	1200	10
ж)	500	1500	0

Глава 11

СТРЕЛЬБА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Стрельба в горах

Поправки в установку прицела на пониженное атмосферное давление и на углы места цели. При стрельбе в горах форма траектории пули отличается от табличной в зависимости от высоты местности над уровнем моря и от углов места цели.

Чем выше местность над уровнем моря, тем меньше атмосферное давление, тем дальше полетят пули при одном и том же угле прицеливания. Это надо учитывать при стрельбе на больших высотах и вносить соответствующие поправки, уменьшая установку прицела.

В главе 2 показан порядок расчета поправок в установку прицела. Кроме того, существуют готовые таблицы поправок при стрельбе на больших высотах, выраженных в делениях прицела (см. Наставление по стрелковому делу «7,62-*мм* станковый модернизированный пулемет обр. 1943 г. конструкции Горюнова (СГМ)», стр. 151).

Пример. Стрельба ведется пулей обр. 1908 г. на расстояние 800 *м* на высоте 2000 *м* над уровнем моря.

Решение. По таблице находим: поправка равна —1 делению прицела, стрельба должна вестись с прицелом 7 (8 — 1 = 7).

Стрельба в горной местности часто ведется при больших углах места цели, как положительных (цель выше огневой позиции), так и отрицательных (цель ниже огневой позиции).

Предположим, что под разными углами по отношению к горизонту оружия расположено несколько целей на одинаковых расстояниях. Если стрельба по этим целям будет вестись с одной и той же установкой прицела, то прицельные дальности полета пуль будут неодинаковы. Чем больше угол места цели, тем больше будет прицельная дальность. Поэтому при стрельбе по целям, расположенным выше или ниже горизонта оружия не менее чем на 15°, в установку прицела вводится поправка со знаком минус.

Поправки дальности на угол места цели, выраженные в делениях прицела, даны в Наставлении по стрелковому делу «7,62-*мм* станко-

вый модернизированный пулемет обр. 1943 г. конструкции Горюнова (СГМ)» на стр. 152.

Пример. Стрельба ведется пулей обр. 1930 г. на расстояние 600 *м*. Угол места цели —30°.

Решение. По таблице находим: поправка равна —$^1/_2$ деления прицела. Стрельба должна вестись с прицелом $5^1/_2$.

Выше рассмотрен порядок внесения поправок в установку прицела в отдельности на пониженное атмосферное давление и на угол места цели. Бывают случаи, когда при стрельбе требуется внесение той и другой поправки одновременно.

Пример. Стрельба ведется пулей обр. 1908 г. на расстояние 800 *м* на высоте 2500 *м* над уровнем моря. Угол места цели —30°.

Решение. По таблицам находим: поправка на пониженное атмосферное давление равна —1 деление прицела; поправка на угол места цели равна —$^1/_2$ деления прицела. Стрельба должна вестись с прицелом $6^1/_2$ ($8—1—^1/_2=6^1/_2$).

Как видно из примеров, поправки в установку прицела в условиях стрельбы в гористой местности могут иметь существенное значение. Поэтому при заблаговременной подготовке исходных данных для стрельбы такие поправки необходимо учитывать и вносить в стрелковую карточку.

Высота местности над уровнем моря и угол места цели определяются по карте. Кроме того, с достаточной для практики точностью величину угла места цели можно определить простейшим способом — на глаз. Для этого нужно найти горизонт оружия и с помощью ладони руки, вытянутой на 50 *см* от глаза, измерить угол между горизонтом оружия и целью. При этом можно считать, что четыре пальца руки, сложенные вплотную, накрывают угол около 10°.

Корректирование огня. При корректировании огня скачками в одно деление прицела количество скачков не зависит от местности, а зависит только от величины ошибки, допущенной при определении исходной установки прицела (см. главу 6). Следовательно, способ корректирования огня скачками в одно деление прицела применим и в условиях гористой местности при стрельбе по скатам любой крутизны. Кроме этого способа, в гористой местности применим и другой способ корректирования огня — по измеренной величине отклонения снопа траекторий относительно цели.

Как сказано выше (см. главу 6), поправка дальности складывается из двух величин, выраженных в делениях прицела: величины недолета (перелета) по местности и величины вертикального угла между целью и местом падения пуль. Так, например, из рис. 36 (стр. 71) видно, что при стрельбе с прицелом $7^1/_2$ величина недолета равна 50 *м*, что соответствует $^1/_2$ деления прицела, а угол между целью и местом падения пуль равен 3 тыс., что соответствует 1 делению прицела; поэтому поправка дальности должна быть равна $^1/_2+1=1^1/_2$ делениям прицела.

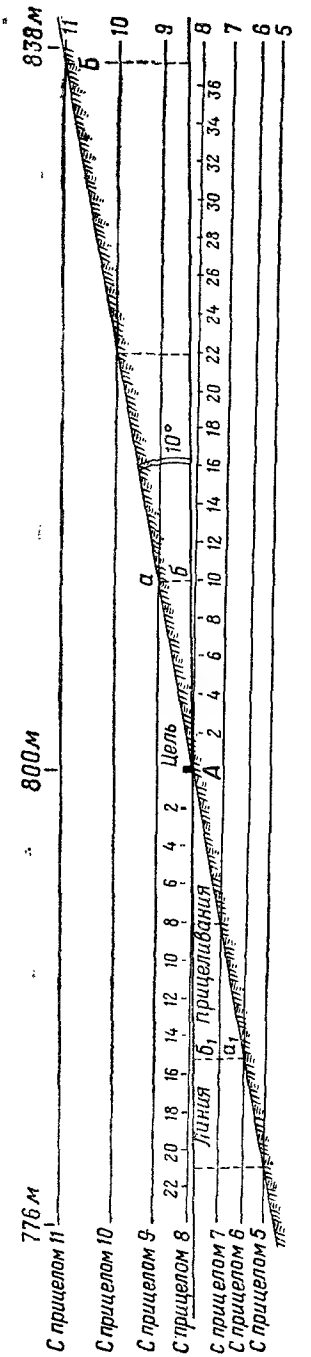

Рис. 73. Величина недолетов и перелетов при стрельбе с разными прицелами по встречному скату крутизной 10°

В рассмотренном примере приведен случай стрельбы, когда крутизна встречного ската незначительна — около 1,5°. В гористой местности очень часто приходится вести стрельбу по целям на более крутых скатах или при наличии больших отрицательных углов места цели. В таких случаях величина недолетов (перелетов) по местности будет настолько незначительна, что ею можно пренебречь. Поэтому поправку в установку прицела в таких случаях можно вносить только на основании одной величины — вертикального угла между целью и местом падения пуль.

Положим, что цель расположена на встречном скате крутизной 10°. Угол места цели равен 0. Истинное расстояние до цели 800 *м* (рис. 73).

По данным таблицы «Превышения средней траектории над линией прицеливания при стрельбе пулей обр. 1908 г.» на этом рисунке построены средние траектории при стрельбе с прицелами 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11. Масштаб высоты принят одинаковым с масштабом дальности.

Допустим, что стреляющий ошибся в определении расстояния до цели на 100 *м* в бо́льшую сторону и открыл огонь с прицелом 9. Получен перелет, величина которого по линии прицеливания равна 100 *м*, по скату — около 10 *м*. Чтобы поразить цель, достаточно уменьшить угол прицеливания только на величину видимого угла между линией прицеливания и местом падения пуль. Средняя траектория при этом опустится ниже на величину отрезка *аб* и пройдет через точку *б*, дальше цели (по линии прицеливания) на 10 *м*. Цель будет накрыта сердцевиной рассеивания.

Допустим, что стреляющий ошибся в определении расстояния до цели на 200 *м* в меньшую сторону **и** открыл огонь с прицелом 6. Получен недолет, величина которого по линии прицеливания равна 200 *м*, а по скату—около 15 *м*.

Если увеличить угол прицеливания только на величину видимого угла между линией прицеливания и местом падения пуль и повторить стрельбу, средняя траектория поднимется выше на величину отрезка $a_1б_1$ и пройдет через точку $б_1$, ближе цели (по линии прицеливания) на 15 *м*. Цель и в этом случае будет поражена, так как 0,5 *Сд* больше 15 *м*.

Поправку в установку прицела на величину видимого угла между целью и местом падения пуль можно вносить с помощью пулемета — отметкой по рикошету.

Получив недолет (перелет), нужно отметиться прицелом и целиком по точке на местности, где было замечено падение пуль (рикошеты). Этим действием механически вносится поправка в установку прицела на угол между целью и местом падения пуль. Кроме того, одновременно вносится и боковая поправка в установку целика.

Затем следует навести пулемет в цель с прицелом и целиком, полученными в результате отметки, и повторить стрельбу.

Пример. При стрельбе с прицелом 7 и с целиком вправо 5 падение пуль замечено ниже и вправо от цели.

Командир подал команду **«Отметиться по рикошету»**. Наводчик доложил: **«Отметка по рикошету — прицел восемь с половиной, целик вправо три»**.

Команда: **«Восемь с половиной, целик вправо три, длинной очередью — огонь»**.

Стрельба по групповым целям. Стрельба по широким целям в условиях гористой местности ведется так же, как и на обычной местности, — с рассеиванием по фронту. Но могут быть случаи, когда у широкой цели, расположенной на скате, один фланг будет выше другого. При стрельбе с рассеиванием по фронту по такой цели сноп траекторий будет проходить на различной высоте по отношению к отдельным участкам цели. В таких случаях придется вести огонь в точку по отдельным фигурам цели, последовательно перенося огонь с одной фигуры на другую.

Стрельба по узким глубоким целям ведется с рассеиванием в глубину. В главе 7 рассматриваются способы определения пределов рассеивания в глубину при стрельбе по глубоким целям, расположенным на скатах. Первые два способа дают пределы рассеивания в глубину, выраженные в делениях кольца. При стрельбе в горах, когда глубокая цель расположена на крутом скате, эти два способа не всегда применимы. Дело в том, что, чем круче скат, тем больше угол видимости между ближним и дальним краями цели, поэтому могут быть случаи, когда дальний предел рассеивания выйдет за пределы делений кольца.

Наиболее удобным способом определения пределов рассеивания в глубину при стрельбе по глубоким целям в условиях гористой местности является тот, который описан на стр. 86 без использования прицельного кольца.

Рассмотрим некоторые особенности стрельбы из станковых пулеметов в условиях гористой местности по групповым целям, расположенным на площади на крутых встречных скатах.

Чем круче встречный скат (или чем больше отрицательный угол места цели), тем меньше перемещение средней траектории по местности при изменении установки прицела на одно деление. В такой же степени уменьшается сердцевинная полоса рассеивания по дальности и глубина поражаемого пространства.

Рассмотрим рис. 73 (стр. 136). При стрельбе с прицелом 8 средняя траектория проходит через цель. При изменении установки прицела на одно деление в бо́льшую сторону средняя траектория переместится по скату крутизной 10° только на 10 *м*, т. е. меньше, чем по линии прицеливания, в 10 раз. При изменении установки прицела на одно деление в меньшую сторону средняя траектория переместится по скату только на 8 *м*, т. е. меньше, чем по линии прицеливания, в 12 раз. В среднем при изменении установки прицела на одно деление средняя траектория перемещается по скату крутизной 10° в 11 раз меньше, чем по линии прицеливания. Во столько же раз уменьшится сердцевинная полоса рассеивания по дальности и глубина поражаемого пространства. Если *Сд* по линии прицеливания на расстоянии 800 *м* равна 67 *м*, то на скате крутизной 10° она будет равна 6 *м* (67 : 11 = 6); если глубина поражаемого пространства по линии прицеливания для цели высотой 0,5 *м* равна 28 *м*, то на скате крутизной 10° она будет равна 2,6 *м* (28 : 11 = 2,6).

С увеличением крутизны ската перемещение средней траектории по местности при изменении прицела на одно деление, сердцевинная полоса рассеивания по дальности и глубина поражаемого пространства будут уменьшаться. Следовательно, чем круче скат, тем больше потребуется установок прицела, чтобы обстрелять всю глубину цели, и тем больше будет расход патронов, чтобы нанести цели заданное поражение.

Пример. На встречном скате крутизной 10° расположена групповая цель из грудных фигур на глубине около 40 *м* (см. рис. 73 на стр. 136, участок *АБ*). Фронт цели равен 50 *м*. Для того чтобы обстрелять всю глубину цели, требуется четыре установки прицела (8, 9, 10 и 11).

Какой потребуется расход патронов, чтобы подавить цель (поразить 50% фигур), если стрельбу вести с рассеиванием по фронту и в глубину или только с рассеиванием по фронту, но с переносом огня в глубину скачками в одно деление прицела?

Р е ш е н и е. По табл. 5а Наставления по стрелковому делу «Основы стрельбы из пехотного оружия» находим: для поражения 50% грудных фигур на фронте 10 *м* на расстоянии 800 *м* требуется 55 патронов; на 50 *м* фронта цели потребуется 55 · 5 = 275 патронов. Этот расчет сделан для стрельбы с одной установкой прицела. Но в данном случае требуется четыре установки прицела, поэтому для выполнения огневой задачи необходимо 275 · 4 = 1100 патронов.

Из примера видно, что для подавления цели на скате крутизной 10°, расположенной на площади 50×40, необходимо 1100 патронов. Если эта цель будет расположена на более крутом скате, то для ее подавления потребуется большее число установок прицела, а следовательно, и больший расход патронов. Так, например, если эта же цель будет расположена на скате 30°, то для поражения 50% всех фигур на всей глубине цели потребуется восемь установок прицела и 2200 патронов.

Вполне понятно, что стрельба с рассеиванием по фронту и в глубину в подобных случаях непосильна для одного пулемета и нецелесообразна для любой группы пулеметов ввиду большого расхода патронов. В таких случаях стрельба должна вестись огнем в точку по отдельным фигурам цели с переносом огня с одной фигуры на другую. Посмотрим, как будет выглядеть такая стрельба по той же цели.

Положим, что на площади 50×40 *м* расположено 15—20 грудных фигур. Чтобы подавить эту цель, нужно поразить 8—10 фигур (50%). Для этого потребуется 7—9 раз перенести огонь с одной фигуры на другую и дать несколько длинных очередей с общим расходом патронов в пределах одной-двух лент.

Итак, стрельба по групповым целям, расположенным на площади на крутых встречных скатах, должна вестись в точку по отдельным фигурам, входящим в групповую цель.

Стрельба по маскированным целям

Как одиночные, так и групповые цели могут находиться за масками (кустарник, трава, забор, изгородь и т. п.), скрывающими точное место их расположения. В таких случаях стрельба ведется с применением искусственного рассеивания на всю ширину маски или в тех пределах, в которых расположение цели наиболее вероятно.

При определении количества патронов для подавления групповых целей, находящихся за масками, можно руководствоваться данными табл. 4 (стр. 91) и примечаниями к этой таблице, а также правилами, выведенными из этой таблицы.

Пример. Командир отделения заметил накапливание пехоты противника за изгородью на фронте 20 *м*. Расстояние до изгороди 600 *м*.

Командир произвел расчет количества патронов для подавления цели: на 10 *м* фронта цели на дальности 600 *м* требуется 120 патронов (20% дальности стрельбы), на 20 *м* требуется 120 · 2 = 240 патронов.

Команда: **«По пехоте за изгородью, шесть, легкая, целик иоль, наводить в левый край изгороди, с рассеиванием по фронту на ширину изгороди, лента — огонь».**

При определении количества патронов для поражения одиночной цели — огневой точки противника (пулемета) — можно руководствоваться той же таблицей. Но так как эта таблица рассчитана для вероятности поражения 50% цели ($a_п = 0{,}66$), а вероятность поражения одиночной цели должна быть равна 90% ($a_п = 2{,}18$), то количество патронов для поражения одиночной цели должно быть примерно в 3 раза больше, чем указано в таблице.

Пример. Пулемет противника находится в кустарнике на фронте 5 *м* на расстоянии 500 *м*.

Расчет патронов производится таким образом: на 10 *м* фронта цели на расстоянии 500 *м* требуется 100 патронов (20% дальности стрельбы), а на 5 *м* — 50 патронов. При таком расходе патронов вероятность поражения цели будет

равна 50%. Чтобы вероятность поражения цели была 90%, надо количество патронов увеличить в три раза: 50 · 3 = 150 патронов.

Команда: **«По пулемету в кустах, пять, легкая, целик ноль, наводить в левый край кустов, с рассеиванием на ширину кустов, сто пятьдесят патронов — огонь».**

Стрельба ночью и в условиях ограниченной видимости

Огневые задачи ночью и в условиях ограниченной видимости выполняются, как правило, при искусственном освещении целей прожекторами, пламенем горящих строений в районе целей и осветительными патронами (ракетами).

При продолжительном освещении (прожекторами) правила стрельбы в основном такие же, как и днем. Наводчик в момент освещения самостоятельно (или по команде командира) наводит пулемет в наиболее близкую и важную цель и открывает огонь.

Рассмотрим условия и возможности выполнения огневых задач при освещении целей стрельбой из сигнального пистолета 26-*мм* осветительными патронами (ракетами).

Осветительный патрон в отличие от сигнального имеет белую окраску отличительного кружка; в условиях темноты его можно различить на ощупь по трем выступам на отличительном кружке.

Наиболее эффективное освещение местности ракетами получается при стрельбе в направлении целей с углами возвышения 45—50°. При этих условиях звездка патрона горит в воздухе в течение 6—10 секунд. Наиболее яркое освещение получается в течение 3—4 секунд при полете горящей звездки на нисходящей ветви траектории. Сила света при этом исчисляется в 50 тысяч свечей, что дает возможность обнаружить мелкие цели на площади радиусом до 100 *м*.

Для того чтобы создать непрерывное освещение в одном какомлибо направлении, необходимо вести стрельбу из двух пистолетов двумя стрелками (ракетчиками) по очереди. Каждый из последующих выстрелов должен производиться не позднее того момента, когда ракета предыдущего выстрела достигнет наивысшей точки траектории. Перерывы между выстрелами используются для перезаряжания пистолета.

Стрельба из станковых пулеметов в ночных условиях с большой эффективностью может вестись и без искусственного освещения. Этому способствует устойчивый станок, с помощью которого облегчается заблаговременная подготовка данных для стрельбы, большая скорострельность и настильность снопа траекторий. Все эти качества, присущие станковому пулемету, дают возможность создавать непреодолимую зону сплошного поражения на путях наиболее вероятного появления живой силы противника. В таких условиях стрельба может вестись в пределах дальности прямого выстрела для перебегающих целей (в пределах 600 *м*). Действительность огня по целям, появляющимся в этих пределах, во многом будет зависеть от выбора огневой позиции и направления стрельбы.

Для того чтобы сделать практические выводы по этим вопросам, рассмотрим три случая стрельбы на одно и то же расстояние (рис. 74, 75 и 76). На каждом из этих рисунков изображен сноп траекторий (*Св*, увеличенное в 1,5 раза) при стрельбе на расстояние 600 *м* по цели высотой 1,5 *м*. Такие величины, как превышение средней траектории над линией прицеливания, размеры снопа траекторий на разных дальностях (*Св*), понижение местности относительно линии прицеливания и высота целей, показаны в одинаковом масштабе.

В первом случае (рис. 74) местность ровная и линия прицеливания на всем протяжении проходит по поверхности земли. Как видно из рисунка, в этом случае получается сплошная поражаемая зона в пределах 600 *м* + 0,5 *Сд*. Где бы ни появились цели (перебегающие фигуры высотой 1,5 *м*) в этих пределах, они будут поражены.

Во втором случае (рис. 75) местность ниже линии прицеливания. Наибольшее ее понижение на расстоянии 300 *м* составляет всего лишь 1 *м*, однако мы видим, что на протяжении 160 *м* цели не поражаются.

В третьем случае (рис. 76) местность та же, что и во втором, но пулемет установлен выше на 1 *м*. В этом случае цели не поражаются на протяжении 330 *м*.

На основании рассмотренных примеров можно сделать очень важные практические выводы.

При выборе огневой позиции и направления стрельбы нужно стремиться к тому, чтобы сноп траекторий проходил как можно ближе к поверхности земли. Поэтому огневая позиция должна выбираться как можно ниже, а местность в направлении стрельбы должна быть наиболее ровной.

При соблюдении этих требований увеличивается глубина поражаемой зоны, а поэтому увеличивается и надежность поражения целей на всем протяжении в пределах дальности стрельбы.

Эти требования относятся и к дневным условиям, но применительно к стрельбе ночью без искусственного освещения они приобретают исключительно важное значение, так как в этих условиях наводчик не имеет возможности изменять угол возвышения в зависимости от места появления целей (по дальности). Если положение снопа траекторий по отношению к поверхности земли будет примерно таким, как показано на рис. 74, то необходимость изменения угла возвышения (искусственного рассеивания в глубину) отпадает, так как при появлении целей на любой дальности в пределах 600 *м* + + 0,5 *Сд* они будут поражаться.

Чаще всего групповые цели будут вытянуты более по фронту, чем в глубину, поэтому фланговый и косоприцельный огонь будет эффективнее фронтального огня, так как под воздействием снопа траекторий окажется наибольшее количество перебегающих фигур.

Огневая позиция для стрельбы в ночных условиях, расположенная в низком месте, имеет еще одно важное преимущество: облегчается обнаружение противника, проектирующегося на фоне неба.

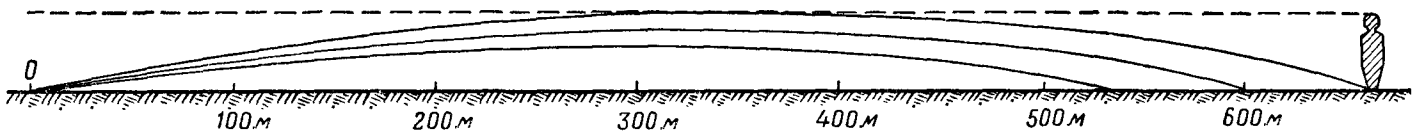

Рис. 74. Местность ровная. Цель поражается в пределах всей дальности стрельбы

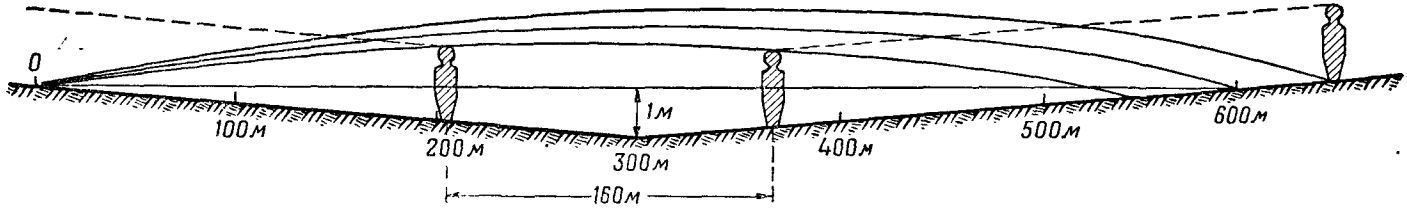

Рис. 75. Местность понижается относительно линии прицеливания на 1 *м*. Цель не поражается на глубине 160 *м*

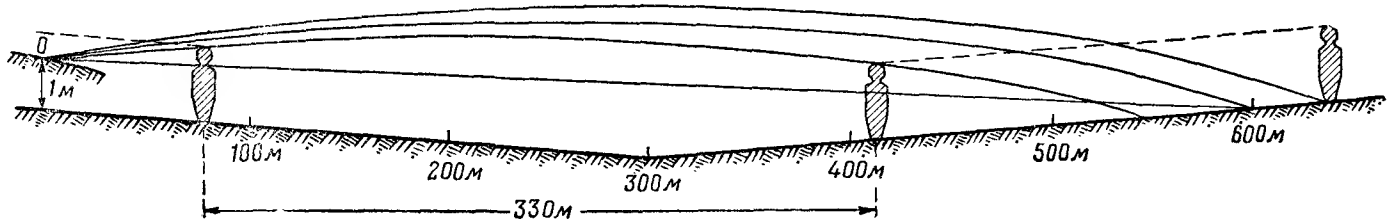

Рис. 76. Огневая позиция выше на 1 *м*. Цель не поражается на глубине 330 *м*

Рассмотрим способы заблаговременной подготовки к стрельбе в ночных условиях без искусственного освещения.

Стрельбу из пулеметов ночью и в условиях ограниченной видимости можно вести следующими способами: в точку, с рассеиванием по фронту, с рассеиванием в глубину. По огневым точкам противника, по бойницам, по мостам и узким проходам пулемет готовится для стрельбы в точку. Фронтальный огонь по рубежам подготавливается с рассеиванием по фронту. Фланговый и косоприцельный огонь чаще всего подготавливается с рассеиванием в глубину.

Подготовка пулемета для стрельбы может производиться в двух случаях:

— когда пулемет, установленный на огневой позиции заранее, остается на ней до открытия огня;

— когда пулемет после подготовки снимается с позиции и устанавливается на ней с момента понижения видимости.

Установка пулемета на огневой позиции. Прежде всего нужно выровнять площадку и установить на ней пулемет так, чтобы не было бокового сваливания и чтобы пулемет не сместился и не дал осадки во время стрельбы. Колеса и сошник следует закрепить колышками, вбитыми в землю. Если пулемет после подготовки к стрельбе будет сниматься с огневой позиции, вбитые колышки должны способствовать тому, чтобы при возвращении пулемета на подготовленную позицию можно было точно установить его на прежнее место.

Подготовка для стрельбы и стрельба в точку. 1) Установить прицел соответственно расстоянию до цели и целик 0 (если нет бокового ветра), навести пулемет в цель и закрепить механизмы.

2) Впереди пулемета (в 15—20 *м*), несколько левее (правее) и ниже направления ствола, установить замаскированный со стороны противника фонарь с четко обозначенной точкой прицеливания.

3) Отметиться прицелом и целиком по точке прицеливания на фонаре и запомнить (записать) отметки. В условиях ограниченной видимости стрельба ведется с полученными установками прицела и целика, наводка производится по фонарю.

Пример. Получены отметки: прицел 12, целик вправо 5.

Команда: **«По цели номер один, двенадцать, целик вправо пять, (количество патронов) — огонь».**

Наводчик устанавливает указанный прицел и целик, наводит пулемет в точку прицеливания на фонаре и открывает огонь.

При подготовке данных для стрельбы по мелким целям (огневая точка, бойница и т. п.) на расстояниях более 400 *м* возможны большие ошибки. Так как наблюдение за результатами стрельбы невозможно, огонь в этих случаях целесообразно вести с рассеиванием в глубину на ±1 деление кольца.

Подготовка для стрельбы и стрельба с рассеиванием по фронту. 1) Навести пулемет в левый (правый) край рубежа с прицелом, соответствующим расстоянию до этого рубежа.

2) Отметить вертикальную наводку, как указано выше, по фонарю.

3) Отметить пределы рассеивания по фронту, переведя пулемет от правого к левому краю рубежа (или наоборот), и установить ограничители.

Стрельба ведется по команде **«По цели номер один, с рассеиванием по фронту, (количество патронов) — огонь».**

Наводчик воспроизводит наводку в левый (правый) край цели и ведет огонь с рассеиванием по фронту в пределах ограничителей.

Подготовка для стрельбы и стрельба с рассеиванием в глубину. 1) В указанном для стрельбы направлении выбрать на местности ближнюю точку, чтобы при стрельбе по ней получалась сплошная поражаемая зона в пределах расстояния до этой точки. Навести пулемет в эту точку с прицелом, соответствующим расстоянию до нее.

2) Отметить ближний предел рассеивания, для чего забить в землю кол с таким расчетом, чтобы верхний его конец точно подходил под ствол пулемета.

3) Навести пулемет в дальнюю точку в указанном направлении с прицелом, соответствующим расстоянию до этой точки.

4) Вращая маховичок механизма тонкой наводки, опустить ствол до соприкосновения его с верхним концом кола; заметить, на сколько повернулся маховичок ($^1/_4$ оборота, $^1/_2$ оборота и т. п.). Натренировать помощника наводчика в рассеивании в глубину в найденных пределах.

Глава 12

СТРЕЛЬБА ПО ВОЗДУШНЫМ ЦЕЛЯМ

(без зенитных прицелов)

Воздушными целями для станковых пулеметов могут быть самолеты и снижающиеся парашютисты. Стрельба по ним ведется на расстояниях до 1000 *м*.

Как самолеты, так и парашютисты являются движущимися целями, поэтому основное правило стрельбы по ним такое же, как и по движущимся наземным целям. Оно заключается в следующем: чтобы поразить движущуюся цель, нужно канал ствола пулемета при стрельбе направить не в цель, а вперед по пути ее движения на величину упреждения с таким расчетом, чтобы пуля и цель, имеющие разные скорости движения, встретились в одной точке.

Однако воздушные движущиеся цели имеют существенные особенности, которые необходимо учитывать при обосновании правил стрельбы.

Стрельба по самолетам

Современный самолет, обладая большой скоростью, представляет собой быстро движущуюся и появляющуюся на очень короткое время цель.

Представим себе самолет противника, пролетающий на высоте 500 *м* (рис. 77). Определим длину пути самолета $Ц_1Ц_3$ при условии, если дальность стрельбы будет не более 1000 *м*.

Из рисунка видно: $Ц_1Ц_3 = 2Ц_1Ц_2$;

$$Ц_1Ц_2 = \sqrt{ОЦ_1^2 - ОЦ_2^2} = \sqrt{1000^2 - 500^2} \approx 870 \text{ м}.$$

Путь самолета

$$Ц_1Ц_3 = 2 \cdot 870 = 1740 \text{ м}.$$

Положим, что самолет летит со скоростью 600 *км/час* (170 *м/сек*). Тогда время нахождения самолета в зоне действительного огня

$$T = \frac{1740}{170} \approx 10 \text{ секундам}.$$

При самой напряженной стрельбе из станкового пулемета в течение 10 секунд можно выпустить только 100 пуль. За такой короткий промежуток времени пребывания самолета в зоне действительного огня совершенно невозможно производить какие-либо расчеты по подготовке данных для стрельбы, так как полученные данные непременно запоздают и не будут пригодны для их использования. Отсюда вытекают следующие выводы:

— данные для стрельбы по самолетам должны быть известны заранее, еще до появления целей;

— при появлении самолетов в зоне действительного огня стрельба по ним должна вестись при максимальном напряжении огня.

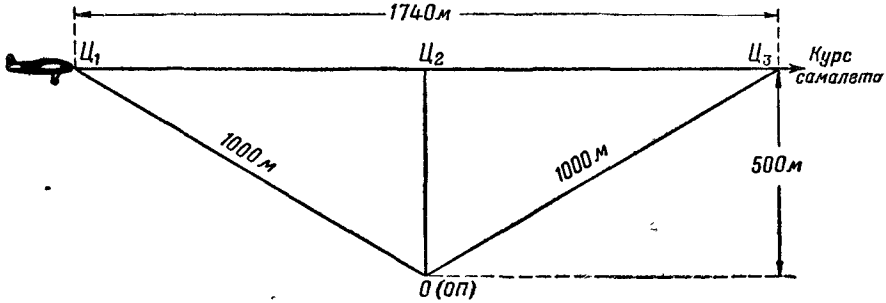

Рис. 77. Путь самолета в зоне действительного огня (в пределах 1000 *м*) при высоте полета 500 *м*

Стрельба по наземным целям в подавляющем большинстве случаев ведется при углах места цели, не превосходящих 10—15°. На основании начала жесткости траектории допускается, что в таких случаях угол прицеливания не зависит от угла места цели. Поэтому существует правило: на какой бы высоте ни находилась цель в пределах 15°, установка прицела должна соответствовать дальности до цели (если нужно, с учетом метеорологических условий).

Стрельба по самолетам в большинстве случаев будет вестись при наличии больших углов места цели, в пределах до 90°. Как известно из баллистики, с увеличением углов места цели (выше 15°) восходящая ветвь траектории постепенно становится отложе, а при угле места цели 90° она становится прямой линией. Значит, чем выше цель, тем меньше должен быть угол прицеливания, тем меньше должна быть установка прицела.

Так, например, при стрельбе на 500 *м* по цели, находящейся под углом 60°, прицел должен быть не 5, а 2, под углом 70° — прицел 1, под углом 90° — прицел 0.

Во время стрельбы в течение каждой секунды резко может изменяться не только расстояние до самолета, но и угол места цели. Стреляющий не имеет возможности учитывать эти изменения и вносить поправки в установку прицела. Отсюда следует вывод, что стрельба на любую дальность и при любом угле места цели должна вестись всегда с каким-то одним, наиболее выгодным прицелом. Наиболее выгодной установкой прицела является прицел 3.

Рассмотрим величину упреждения при стрельбе по самолетам.

Если при стрельбе по наземным целям боковые упреждения достигают нескольких метров, то при стрельбе по самолетам упреждения могут быть равны десяткам и даже сотням метров.

Пример. Самолет летит вдоль фронта (курсовой угол 90°) на расстоянии 500 *м* со скоростью $v = 140$ *м/сек* (500 *км/час*). Время полета пули на 500 *м*

$$t = 0{,}76 \text{ секунды.}$$

Боковое линейное упреждение

$$s = vt = 140 \cdot 0{,}76 = 106 \text{ м.}$$

Упреждение осуществляется выносом точки прицеливания на соответствующее количество корпусов самолета. Предположим, что в нашем примере длина корпуса самолета (фюзеляжа) равна 14 *м*. Тогда величина упреждения будет равна 106 : 14 = $7\frac{1}{2}$ корпусам самолета (рис. 78):

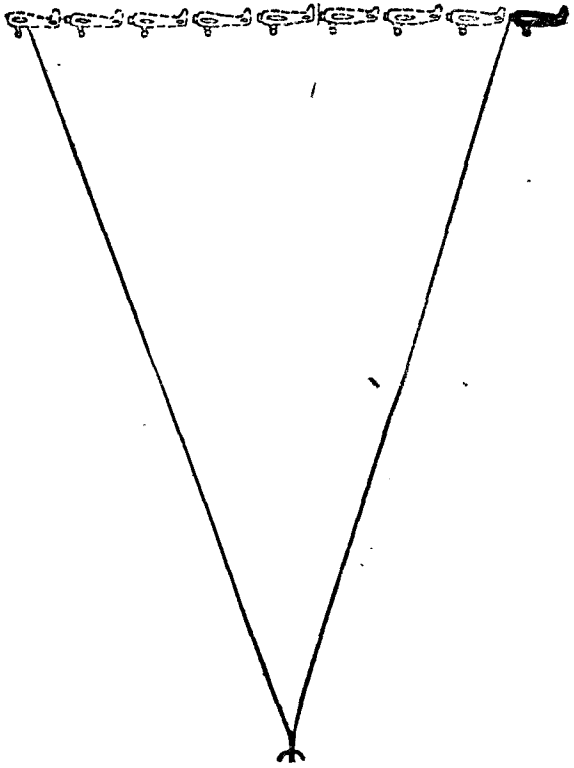

Рис. 78. Вынос точки прицеливания при стрельбе по самолету при фронтальном его движении

Рассмотрим случай, когда самолет летит в облическом направлении.

Чем острее курсовой угол, тем меньше угловая величина бокового упреждения. Но при стрельбе по самолетам упреждение берется не в угловой величине, а в корпусах самолета. При облическом движении самолета угловая величина бокового упреждения и видимые наводчику размеры корпуса самолета уменьшаются в одинаковой степени — пропорционально синусу курсового угла. Поэтому величина упреждения, выраженная в корпусах самолета, остается неизменной при любом облическом движении самолета, т. е. не зависит от курсового угла.

Наиболее эффективна стрельба по пикирующему или выходящему из пике самолету. В первом случае прицеливание производится в головную часть, а во втором — в хвост самолета.

Подготовка данных для ведения огня по самолетам выражается в составлении таблицы упреждений в корпусах самолета. Для этого командир должен знать размеры и скорости движения самолетов противника, действующих на данном фронте. Подготовленные данные сообщаются всем пулеметчикам.

Предположим, что средняя скорость самолета 600 *км/час* (170 *м/сек*), а длина фюзеляжа 14 *м*. Упреждения при стрельбе на разные дальности для этих условий приведены в табл. 13.

Таблица 13

Таблица упреждений при стрельбе по самолетам, движущимся со скоростью 600 *км/час* (длина фюзеляжа 14 *м*)

Дальность стрельбы, *м*	Упреждение, корпусов самолета	Дальность стрельбы, *м*	Упреждение, корпусов самолета
100	1,5	600	12
200	3	700	15
300	5	800	18
400	7	900	21
500	9	1000	25

Если на огневой позиции имеются трассирующие пули, то стрельба по самолетам ведется способом **сопровождения**. Огонь открывается по команде командира взвода (примерно) **«По пикирующему, в голову — огонь»** или **«По самолету, вправо на семь корпусов — огонь»**.

Корректирование огня наводчик производит по наблюдению за полетом трассирующих пуль, не приостанавливая стрельбы.

Если трассирующих пуль на огневой позиции не имеется, стрельба по самолетам ведется способом **сопровождения** или способом **заграждения**.

Рассмотрим, с какими упреждениями наиболее целесообразно вести стрельбу в этих случаях.

Известно, что всякая стрельба сопровождается ошибками, допускаемыми при подготовке исходных данных. При стрельбе по самолету неизбежны ошибки при определении расстояния до него и его скорости, что приводит к большим ошибкам в определении величины упреждения. Ошибки эти могут быть как в большую, так и в меньшую сторону. Для того чтобы сноп траекторий не оказался позади цели (при наличии ошибки упреждения в меньшую сторону), стрельба **способом заграждения** должна вестись с упреждением, заведомо бо́льшим в 2—3 раза по сравнению с табличным.

Например, самолет летит на расстоянии 400 *м*. По табл. 13 упреждение равно 7 корпусам. Стрельба должна начинаться с упреждением в 15—20 корпусов. По команде **«Огонь»** наводчики всех пулеметов ведут огонь в одном направлении до тех пор, пока самолет не пройдет плоскость стрельбы.

Необходимо учитывать, что положение самолета по отношению к огневой позиции очень быстро меняется и требует соответствующего изменения величины упреждения.

Рассмотрим такой пример. Самолет летит на высоте 300 *м*. Огонь по нему открыт при наклонной дальности 1000 *м*. Если скорость самолета 600 *км/час*, то в течение нескольких секунд (около 6 сек.) дальность до самолета изменится с 1000 до 300 *м*. Как видно из табл. 13, за это же время необходимая величина упреждения изменится с 25 до 5 корпусов. Вполне понятно, что за такой короткий промежуток времени практически невозможно будет постепенно изменять величину упреждения в зависимости от измерения дальности до самолета. При попытке сделать это ошибки в упреждении могут быть так велики, что величина выноса точки прицеливания окажется в 2—3 раза больше или меньше упреждения, необходимого в данный момент.

На основании этого можно сделать такой вывод: стрельбу по самолетам подразделением (группой) станковых пулеметов **способом сопровождения** надо вести с разными упреждениями, заранее обусловленными для каждого пулемета. По условиям нашего примера для одного пулемета можно назначить упреждение в 10 корпусов, для другого — в 15 корпусов, для третьего — в 20 корпусов.

При появлении одного или нескольких самолетов командир подает команду (примерно) **«По головному — огонь»**. Каждый пулемет ведет огонь с заранее назначенным ему упреждением.

Стрельба по снижающимся парашютистам

Стрельба по снижающимся парашютистам на расстояниях до 500 *м* ведется с прицелом 3, свыше 500 *м* — с прицелом 5.

Скорость снижения парашютиста принимается равной 6 *м/сек*. В соответствии с этой скоростью исчисляется вертикальное упреждение, которое выражается в фигурах парашютиста по высоте.

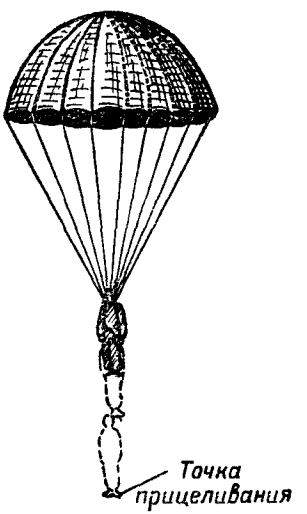

Рис. 79. Вынос точки прицеливания при стрельбе по парашютисту

Пример. Определить вертикальное упреждение при стрельбе по парашютисту на расстоянии 400 *м*.

Решение. Время полета пули на 400 *м* $t = 0{,}58$ секунды. Скорость снижения парашютиста $v = 6$ *м/сек*. Вертикальное упреждение

$$s = vt = 6 \cdot 0{,}58 = 3{,}5 \text{ м},$$

что составляет 2 фигуры (3,5 : 1,7 = 2).

Величина упреждения считается от середины фигуры (рис. 79).

Кроме упреждения по высоте, необходимо брать упреждение по боковому направлению на величину относа парашютиста под дейст-

вием бокового ветра. Пусть в нашем примере ветер слева со скоростью 4 *м/сек*. Скорость бокового относа парашютиста близка к скорости ветра (4 *м/сек*). За время полета пули $t=0{,}58$ секунды относ парашютиста вправо равен

$$4 \cdot 0{,}58 = 2{,}3 \text{ } м,$$

что составляет 6 тыс. (2,3 : 0,4 = 6).

За это же время пуля под действием ветра отклонится вправо на 1 тыс. Следовательно, боковое упреждение вправо должно быть равно 6 — 1 = 5 тыс.

Стрельба должна вестись с прицелом 3, вертикальное упреждение равно 2 фигурам, боковое упреждение — целик вправо 5.

Указанным способом можно рассчитать упреждения для разных дальностей.

Таблица 14

Упреждение при стрельбе по снижающимся парашютистам

Дальность стрельбы, *м*	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Упреждение по высоте, фигур . .	1/2	1	1 1/2	2	3	4	5	5 1/2	6 1/2	7 1/2
Боковое упреждение при ветре 4 *м/сек*, тыс.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Для открытия огня подается команда (примерно) **«По парашютистам, три, целик вправо пять, на две фигуры, короткими очередями — огонь».**

Наводчик выбирает точку на пути снижения парашютиста и, как только последний приблизится к этой точке на 2 фигуры, открывает огонь короткой очередью. Затем самостоятельно выбирает другую точку и повторяет стрельбу до уничтожения цели.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА 1а

ЭЛЕМЕНТЫ ТРАЕКТОРИИ И РАССЕИВАНИЕ ПРИ СТРЕЛЬБЕ ТЯЖЕЛОЙ ПУЛЕЙ ОБР. 1930 г. ИЗ СТАНКОВОГО ПУЛЕМЕТА

Дальность стрельбы, *м*	Угол прицеливания, тыс.	Угол падения, тыс.	Время полета пули, сек.	Срединные отклонения, *м*			Сердцевинные полосы, *м*			Дальность стрельбы, *м*
				Вв	*Вб*	*Вд*	*Св*	*Сб*	*Сд*	
100	2,5	1,2	0,13	0,06	0,06	10+26	0,18	0,17	30+80	100
200	3,0	2,0	0,27	0,09	0,09	13+26	0,27	0,27	35+80	200
300	3,9	3,2	0,42	0,12	0,12	11+28	0,37	0,37	40+85	300
400	4,7	4,6	0,58	0,15	0,15	10+29	0,47	0,47	40+80	400
500	5,8	6,4	0,76	0,19	0,19	29	0,57	0,57	89	500
600	7,2	8,7	0,95	0,22	0,22	26	0,68	0,67	78	600
700	8,6	12	1,16	0,26	0,25	23	0,80	0,77	69	700
800	10	15	1,39	0,30	0,29	20	0,93	0,88	62	800
900	12	19	1,64	0,35	0,32	19	1,08	0,99	57	900
1000	14	24	1,91	0,41	0,36	17	1,26	1,10	53	1000
1100	17	30	2,20	0,48	0,40	16	1,47	1,21	50	1100
1200	20	36	2,51	0,56	0,43	16	1,71	1,32	48	1200
1300	23	43	2,84	0,65	0,47	15	1,99	1,43	46	1300
1400	27	51	3,19	0,75	0,51	15	2,31	1,55	46	1400
1500	31	59	3,55	0,87	0,55	15	2,67	1,67	45	1500

ТАБЛИЦА 16

ЭЛЕМЕНТЫ ТРАЕКТОРИИ И РАССЕИВАНИЕ ПРИ СТРЕЛЬБЕ ЛЕГКОЙ ПУЛЕЙ ОБР. 1908 г. ИЗ СТАНКОВОГО ПУЛЕМЕТА

Дальность стрельбы, м	Угол прицеливания, тыс.	Угол падения, тыс.	Время полета пули, сек.	Срединные отклонения, м			Серединные полосы, м			Дальность стрельбы, м
				Вв	*Вб*	*Вд*	*Св*	*Сб*	*Сд*	
100	2,2	0,9	0,11	0,04	0,03	8+18	0,12	0,10	25+55	100
200	2,5	1,7	0,25	0,07	0,07	11+21	0,23	0,20	35+65	200
300	3,3	2,9	0,40	0,11	0,10	11+26	0,35	0,31	35+80	300
400	4,4	4,4	0,57	0,16	0,14	10+29	0,49	0,43	40+80	400
500	5,6	6,4	0,76	0,21	0,18	32	0,63	0,55	98	500
600	6,9	9,3	0,97	0,26	0,22	28	0,81	0,67	87	600
700	8,6	13	1,21	0,33	0,26	25	1,00	0,79	76	700
800	10	18	1,47	0,39	0,30	22	1,20	0,92	67	800
900	13	24	1,75	0,46	0,34	19	1,40	1,05	59	900
1000	15	30	2,06	0,53	0,39	17	1,61	1,18	53	1000
1100	18	38	2,40	0,60	0,43	16	1,83	1,32	48	1100
1200	21	47	2,77	0,67	0,48	14	2,05	1,47	43	1200
1300	25	57	3,16	0,74	0,53	13	2,28	1,62	39	1300
1400	30	68	3,58	0,82	0,58	12	2,52	1,77	38	1400
1500	36	81	4,02	0,91	0,63	12	2,78	1,92	36	1500

ТАБЛИЦА 2

РАЗМЕРЫ ЦЕЛЕЙ

Наименование целей	Высота цели, *м*	Ширина цели, *м*	Площадь цели *s*, $м^2$	Коэффициент фигурности
Головная фигура (мишень № 5) . .	0,30	0,50	0,11	0,73
Грудная фигура (мишень № 6) . . .	0,50	0,50	0,18	0,72
Поясная фигура (мишень № 7) . . .	1,00	0,50	0,40	0,80
Бегущая фигура (мишень № 8) . . .	1,50	0,50	0,60	0,80
Бегущая фигура (мишень № 8а, профиль)	1,50	0,50	0,40	0,53
Ростовая фигура (мишень № 9) . .	1,70	0,50	0,65	0,76
Пулемет (мишень № 10)	0,55	0,75	0,27	0,65

ТАБЛИЦА 3

ЗНАЧЕНИЯ Ф (β)

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ОШИБКИ В ПРЕДЕЛАХ ОТ 0 ДО $\pm\beta$

β	Ф (β)	β	Ф (β)	β	Ф (β)	β	Ф (β)	β	Ф (β)
0,00	0,000								
0,01	0,005	0,36	0,192	0,71	0,368	1,06	0,525	1,41	0,658
0,02	0,011	0,37	0,197	0,72	0,373	1,07	0,530	1,42	0,662
0,03	0,016	0,38	0,202	0,73	0,378	1,08	0,534	1,43	0,665
0,04	0,022	0,39	0,207	0,74	0,382	1,09	0,538	1,44	0,669
0,05	0,027	0,40	0,213	0,75	0,387	1,10	0,542	1,45	0,672
0,06	0,032	0,41	0,218	0,76	0,392	1,11	0,546	1,46	0,675
0,07	0,038	0,42	0,223	0,77	0,396	1,12	0,550	1,47	0,679
0,08	0,043	0,43	0,228	0,78	0,401	1,13	0,554	1,48	0,682
0,09	0,048	0,44	0,233	0,79	0,406	1,14	0,558	1,49	0,685
0,10	0,054	0,45	0,239	0,80	0,411	1,15	0,562	1,50	0,688
0,11	0,059	0,46	0,244	0,81	0,415	1,16	0,566	1,51	0,692
0,12	0,065	0,47	0,249	0,82	0,420	1,17	0,570	1,52	0,695
0,13	0,070	0,48	0,254	0,83	0,424	1,18	0,574	1,53	0,698
0,14	0,075	0,49	0,259	0,84	0,429	1,19	0,578	1,54	0,701
0,15	0,081	0,50	0,264	0,85	0,434	1,20	0,582	1,55	0,704
0,16	0,086	0,51	0,269	0,86	0,438	1,21	0,586	1,56	0,707
0,17	0,091	0,52	0,274	0,87	0,443	1,22	0,589	1,57	0,710
0,18	0,097	0,53	0,279	0,88	0,447	1,23	0,593	1,58	0,713
0,19	0,102	0,54	0,284	0,89	0,452	1,24	0,597	1,59	0,716
0,20	0,107	0,55	0,289	0,90	0,456	1,25	0,601	1,60	0,719
0,21	0,113	0,56	0,294	0,91	0,461	1,26	0,605	1,61	0,722
0,22	0,118	0,57	0,299	0,92	0,465	1,27	0,608	1,62	0,725
0,23	0,123	0,58	0,304	0,93	0,470	1,28	0,612	1,63	0,728
0,24	0,129	0,59	0,309	0,94	0,474	1,29	0,616	1,64	0,731
0,25	0,134	0,60	0,314	0,95	0,478	1,30	0,619	1,65	0,734
0,26	0,139	0,61	0,319	0,96	0,483	1,31	0,623	1,66	0,737
0,27	0,145	0,62	0,324	0,97	0,487	1,32	0,627	1,67	0,740
0,28	0,150	0,63	0,329	0,98	0,491	1,33	0,630	1,68	0,743
0,29	0,155	0,64	0,334	0,99	0,496	1,34	0,634	1,69	0,746
0,30	0,160	0,65	0,339	1,00	0,500	1,35	0,637	1,70	0,748
0,31	0,166	0,66	0,344	1,01	0,504	1,36	0,641	1,71	0,751
0,32	0,171	0,67	0,349	1,02	0,509	1,37	0,645	1,72	0,754
0,33	0,176	0,68	0,354	1,03	0,513	1,38	0,648	1,73	0,757
0,34	0,181	0,69	0,358	1,04	0,517	1,39	0,652	1 74	0,759
0,35	0,187	0,70	0,363	1,05	0,521	1,40	0,655	1,75	0,762

β	Φ (β)	β	Φ (β)	β	Φ (β)	β	Φ (β)	β	Φ (β)
1,76	0,765	2,11	0,845	2,46	0,903	2,81	0,942	3,16	0,967
1,77	0,767	2,12	0,847	2,47	0,904	2,82	0,943	3,17	0,967
1,78	0,770	2,13	0,849	2,48	0,906	2,83	0,944	3,18	0,968
1,79	0,773	2,14	0,851	2,49	0,907	2,84	0.945	3,19	0,969
1,80	0,775	2,15	0,853	2,50	0,908	2,85	0,945	3,20	0,969
1,81	0,778	2,16	0,855	2,51	0,910	2,86	0,946	3,21	0,970
1,82	0,780	2,17	0,857	2,52	0,911	2,87	0,947	3,22	0,970
1,83	0,783	2,18	0,859	2,53	0,912	2,88	0,948	3,23	0,971
1,84	0,785	2,19	0,860	2,54	0,913	2,89	0,949	3,24	0,971
1,85	0,788	2,20	0,862	2,55	0,915	2,90	0,950	3,25	0,972
1,86	0,790	2,21	0,864	2 56	0,916	2 91	0,950	3,26	0,972
1,87	0,793	2.22	0,866	2,57	0,917	2.92	0,951	3,27	0,973
1,88	0,795	2,23	0,867	2,58	0,918	2,93	0,952	3,28	0,973
1,89	0,798	2.24	0,869	2.59	0,919	2,94	0,953	3,29	0,974
1,90	0,800	2,25	0,871	2,60	0,921	2,95	0,953	3,30	0,974
1,91	0,802	2,26	0,873	2,61	0,922	2,96	0,954	3,40	0,978
1,92	0,805	2,27	0,874	2,62	0,923	2,97	0,955	3,50	0,982
1,93	0,807	2,28	0,876	2,63	0,924	2,98	0,956	3,60	0,985
1,94	0,809	2,29	0,878	2,64	0,925	2.99	0,956	3.70	0,987
1,95	0,812	2,30	0,879	2,65	0,926	3,00	0,957	3,80	0,990
1,96	0,814	2.31	0,881	2.66	0,927	3,01	0,958	3,90	0,991
1,97	0,816	2,32	0,882	2.67	0,928	3,02	0,958	4,00	0,993
1,98	0 818	2,33	0,884	2,68	0,929	3,03	0,959	4,10	0,994
1,99	0,820	2.34	0,886	2.69	0,930	3.04	0,960	4.20	0,995
2,00	0,823	2,35	0,887	2,70	0,931	3,05	0,960	4,30	0,996
2,01	0,825	2,36	0,889	2,71	0,932	3.06	0,961	4,40	0,997
2,02	0,827	2,37	0,890	2,72	0,933	3,07	0,962	4,50	0,998
2,03	0.829	2,38	0 892	2,73	0,934	3.08	0,962	4,60	0,998
2,04	0,831	2,39	0,893	2,74	0,935	3,09	0,963	4,70	0,998
2,05	0,833	2,40	0,895	2,75	0,936	3,10	0,963	4,80	0,999
2,06	0,835	2,41	0,896	2,76	0,937	3,11	0,964	4,90	0,999
2,07	0,837	2,42	0,897	2,77	0,938	3,12	0,965	5,00	0,999
2,08	0,839	2,43	0 899	2,78	0 939	3 13	0,965	5.10	0,999
2,09	0,841	2,44	0,900	2,79	0,940	3,14	0,966	5,20	1,000
2,10	0,843	2,45	0,902	2,80	0,941	3,15	0,966		

ТАБЛИЦА 4

ВЕРОЯТНОСТЬ ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОЖИДАНИЯ ЧИСЛА ПОПАДАНИЙ В ЦЕЛЬ (В ОДНУ ФИГУРУ) ПРИ $p = 0{,}1$

Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1
		0,52	0,421	1,02	0,659	1,52	0,799
		0,54	0,434	1,04	0,666	1,54	0,803
		0,56	0,446	1,06	0,673	1,56	0,807
		0,58	0,458	1,08	0,680	1,58	0,811
0,10	0,100	0,60	0,469	1,10	0,687	1,60	0,815
0,12	0,119	0,62	0,480	1,12	0,693	1,62	0,819
0,14	0,137	0,64	0,491	1,14	0,700	1,64	0,823
0,16	0,155	0,66	0,502	1,16	0,706	1,66	0,826
0,18	0,173	0,68	0,512	1,18	0,712	1,68	0,830
0,20	0,190	0,70	0,522	1,20	0,718	1,70	0,834
0,22	0,207	0,72	0,532	1,22	0,724	1,72	0,838
0,24	0,224	0,74	0,542	1,24	0,730	1,74	0,841
0,26	0,240	0,76	0,551	1,26	0,735	1,76	0,844
0,28	0,256	0,78	0,561	1,28	0,741	1,78	0,847
0,30	0,271	0,80	0,570	1,30	0,746	1,80	0,850
0,32	0,286	0,82	0,579	1,32	0,752	1,82	0,853
0,34	0,301	0,84	0,588	1,34	0,757	1,84	0,856
0,36	0,316	0,86	0,596	1,36	0,762	1,86	0,859
0,38	0,330	0,88	0,605	1,38	0,767	1,88	0,862
0,40	0,344	0,90	0,613	1,40	0,772	1,90	0,865
0,42	0,358	0,92	0,621	1,42	0,776	1,92	0,868
0,44	0,371	0,94	0,629	1,44	0,781	1,94	0,871
0,46	0,384	0,96	0,637	1,46	0,786	1,96	0,873
0,48	0,397	0,98	0,644	1,48	0,790	1,98	0,876
0,50	0,410	1,00	0,652	1,50	0,794	2,00	0,879

Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1	Математическое ожидание числа попаданий в цель a_n	Вероятность поражения цели P_1
2,02	0,882	2,42	0,922	2,82	0,949	3,55	0,976
2,04	0,884	2,44	0,924	2,84	0,950	3,60	0,978
2,06	0,887	2,46	0,926	2,86	0,951	3,65	0,979
2,08	0,889	2,48	0,927	2,88	0,952	3,70	0,980
2,10	0,891	2,50	0,928	2,90	0,953	3,75	0,981
2,12	0,893	2,52	0,930	2,92	0,954	3,80	0,982
2,14	0,895	2,54	0,932	2,94	0,955	3,85	0,983
2,16	0,898	2,56	0,933	2,96	0,956	3,90	0,984
2,18	0,900	2,58	0,934	2,98	0,957	3,95	0,985
2,20	0,902	2,60	0,935	3,00	0,958	4,00	0,986
2,22	0,904	2,62	0,936	3,05	0,960	4,20	0,989
2,24	0,906	2,64	0,937	3,10	0,962	4,40	0,990
2,26	0,908	2,66	0,939	3,15	0,964	4,60	0,992
2,28	0,910	2,68	0,941	3,20	0,966	4,80	0,994
2,30	0,912	2,70	0,942	3,25	0,968	5,00	0,995
2,32	0,913	2,72	0,943	3,30	0,970	5,20	0,996
2,34	0,915	2,74	0,944	3,35	0,971	5,40	0,997
2,36	0,917	2,76	0,945	3,40	0,972	5,60	0,998
2,38	0,919	2,78	0,946	3,45	0,974	5,80	0,999
2,40	0,921	2,80	0,947	3,50	0,975	6,00	1,000

ОТВЕТЫ НА ЗАДАЧИ

ЗАДАЧА 1

а) прицел 10, целик влево 6; б) прицел 7, целик вправо 3;
в) прицел 11, целик влево 5; г) прицел 7, целик вправо 1;
д) прицел 12, целик влево 8; е) прицел 9, целик вправо 4.

ЗАДАЧА 2

а) 15,9%; б) 13,6%; в) 8,1%; г) 14,6%; д) 10%; е) 11,4%.

ЗАДАЧА 3

а) 25,7%; б) 18,8%; в) 16,2%; г) 15,5%; д) 10,5%; е) 11,2%; ж) 8,3%.

ЗАДАЧА 4

а) 51,3%; б) 41,7%; в) 48,5%; г) 32,3%; д) 9,1%; е) 4,5%; ж) 13,6%; з) 8,1%; и) 22,2%; к) 18,5%.

ЗАДАЧА 5

а) 1,27%; б) 1,15%; в) 1,3%; г) 0,75%.

ЗАДАЧА 6

а) 0,75; б) 1,5; в) 3.

ЗАДАЧА 7

а) 20 патронов; б) 40 патронов; в) 60 патронов.

ЗАДАЧА 8

а) 18 патронов; б) 21 патрон.

ЗАДАЧА 9

а) 65,7%; б) 88,2%; в) 94,2%.

ЗАДАЧА 10

а) 84%; б) 97,4%; в) 99,6%.

ЗАДАЧА 11

96,9%.

ЗАДАЧА 12

а) 7 выстрелов; б) 16 выстрелов; в) 22 выстрела; г) 44 выстрела.

ЗАДАЧА 13

а) 46,9%; б) 71,8%; в) 85%; г) 92,1%.

ЗАДАЧА 14

а) 3 патрона; б) 8 патронов; в) 19 патронов; г) 27 патронов; д) 36 патронов.

ЗАДАЧА 15

а) 11 патронов; б) 163 патрона.

ЗАДАЧА 16

а) 31%; б) 35%; в) 47%; г) 68%.

ЗАДАЧА 17

а) 256 патронов; б) 365 патронов; в) 425 патронов; г) 61 патрон; д) 278 патронов; е) 180 патронов.

ЗАДАЧА 20

а) можно; б) можно; в) нельзя; г) можно; д) нельзя; е) можно; ж) можно.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Наставление по стрелковому делу «Основы стрельбы из пехотного оружия»
2. Наставление по стрелковому делу «7,62-мм станковый модернизированный пулемет обр. 1943 г. конструкции Горюнова (СГМ)».
3. Полковник А. П. Столбошинский. Курс артиллерии, книга 8, 1949 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава 1. **Общие сведения по стрельбе из станковых пулеметов**	5
Боевые свойства и назначение станкового пулемета	—
Огневые позиции	8
Виды огня	9
Глава 2. **Подготовка данных для ведения огня**	12
Влияние метеорологических и баллистических условий на полет пули	—
Определение установок прицела и целика с учетом метеорологических условий	15
Заблаговременная подготовка данных для стрельбы и составление стрелковой карточки	18
Глава 3. **Команды для ведения огня**	21
Команды для открытия огня	—
Изменение команд	23
Глава 4. **Вероятность попадания**	26
Общее понятие о вероятности попадания	—
Зависимость вероятности попадания в одиночные цели от разных условий	27
Определение вероятности попадания в одиночные цели по сердцевине рассеивания	29
Определение вероятности попадания в одиночные цели по шкале рассеивания	30
Определение вероятности попадания по таблице вероятностей	33
Вероятность попадания в одиночные цели при стрельбе с искусственным рассеиванием по фронту	39
Глава 5. **Вероятность поражения целей и определение количества патронов для выполнения огневых задач**	42
Общее понятие о математическом ожидании какого-либо события	—
Вероятность поражения одиночных целей	45
Определение расхода патронов для поражения одиночных целей	46
Зависимость между математическим ожиданием числа попаданий в цель и вероятностью поражения цели	49
Средний ожидаемый процент пораженных фигур в групповой широкой цели при стрельбе с искусственным рассеиванием	52
Глава 6. **Стрельба по одиночным неподвижным целям**	56
Корректирование огня скачками в одно деление прицела (кольца)	—
Корректирование огня по дальности по величине недолета (перелета)	70
Обоснование расхода патронов при стрельбе по одиночным целям	72
Стрельба на поражение одиночных целей, когда наблюдение за падением пуль невозможно	77

Стр.

Глава 7. **Стрельба по групповым целям** 83
Способы стрельбы на поражение по групповым целям . . . . . —
Обоснование расхода патронов для поражения групповых целей 88

Глава 8. **Стрельба по движущимся наземным целям** 96
Общая характеристика движущихся целей и особенности стрельбы по ним . . . . . —
Способы стрельбы по движущимся целям 100
Вероятность поражения движущихся целей 107

Глава 9. **Подготовка и ведение фланговой и кинжального огня** . . . 110
Действительность фланговой огня . . . . . —
Значение рельефа местности при ведении фланговой огня . . . 114
Подготовка и ведение фланговой огня 119
Подготовка и ведение кинжального огня 120

Глава 10. **Стрельба в промежутки, из-за флангов и поверх своих подразделений** 122
Стрельба в промежутки и из-за флангов своих подразделений . . . —
Стрельба поверх своих подразделений 127

Глава 11. **Стрельба в различных условиях** 134
Стрельба в горах . . . . . —
Стрельба по маскированным целям 139
Стрельба ночью и в условиях ограниченной видимости 140

Глава 12. **Стрельба по воздушным целям** 145
Стрельба по самолетам . . . . . —
Стрельба по снижающимся парашютистам 149

Приложения 151
Ответы на задачи 158

Полковник Семиколенов Николай Петрович
Стрельба из станковых пулеметов
Издание второе, исправленное

Редактор подполковник **Вильчинский И. К.**
Технический редактор **Кузьмин И. Ф.** Корректор **Шеленкова Л. П.**

Сдано в набор 7.7.55 г. Подписано к печати 12.11.55 г
Формат бумаги $60\times921/_{16}$ — 10 п. л. = 10 усл. п. л. 10,417 уч.-изд. л.
Г-11267

Военное Издательство Министерства Обороны Союза ССР
Москва, Тверской бульвар, 18.

Изд. № 2/7796. Зак. 596

7-я типография Управления Военного Издательства Министерства Обороны Союза ССР

Цена 4 р. 65 к.